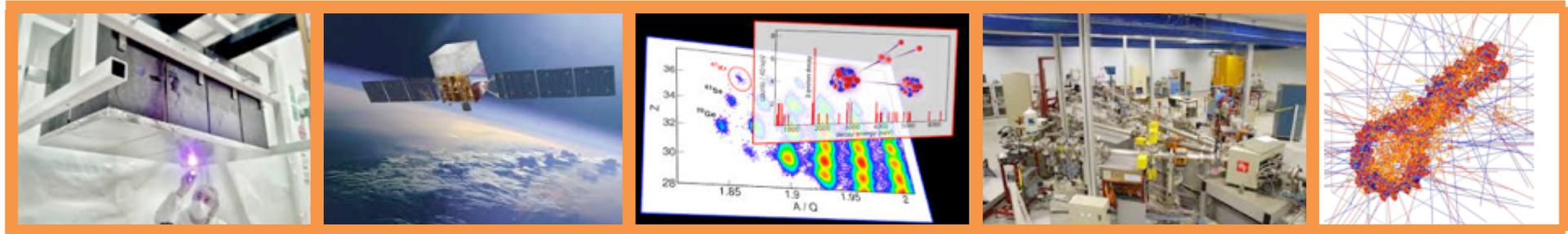


Laboratoire de Physique des 2 Infinis



F. Piquemal

Journée LP2I – LAB
27 juin 2023



Laboratoire de physique des 2 Infinis Bordeaux

Site Haut Vigneau (Gradignan)

Tutelles:

Université de Bordeaux (Département Sciences de la Matière et du Rayonnement)

CNRS (IN2P3 institut principal, INC institut secondaire)

Nombre de chercheurs CNRS: 23

Nombre d'Enseignants-Chercheurs: 18

Nombre d'IT CNRS: 41

Nombre de BIATTS: 8

Nombre de Doctorants: 16

CDD Chercheurs: 10

**Laboratoire de physique nucléaire et physique des particules avec
des activités de recherche interdisciplinaires
à l'interface avec la chimie, la biologie et l'environnement**

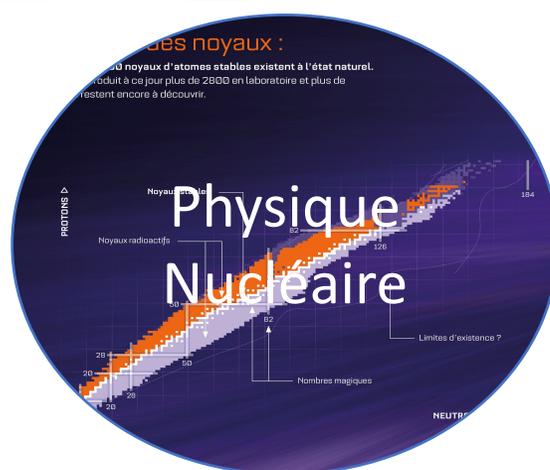
Le site du Haut Vigneau



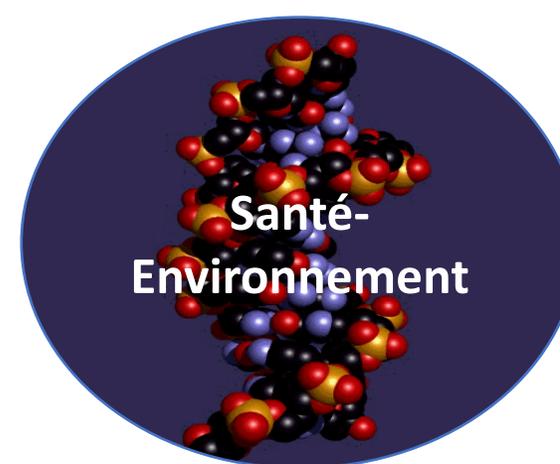
- Créé en 1967. Locaux de l'Université de Bordeaux.
- 11 bâtiments sur 12 hectares → dispersion géographique des groupes et services
- Bâtiments vétustes (dernière rénovation d'ampleur début des années 1990)
- Nouveau Bâtiment CREATIF (livraison en cours)



- Mécanismes d'accélération des particules dans l'univers
- Propriétés des particules élémentaires



- Compréhension de la structure nucléaire. Noyaux exotiques.
- Synthèse des éléments
- Etude de l'interaction faible
- Etudes des noyaux nucléaires dans des conditions extrêmes



- Effets des radio-isotopes et des métaux sur le vivant
- Etude des radio-isotopes dans l'environnement

Utilisation des techniques et d'infrastructures
de la physique nucléaire et de la physique des particules

Support de services avec de fortes compétences et savoir-faire techniques

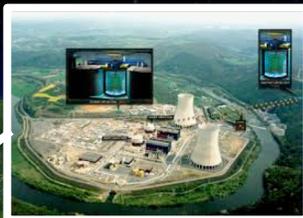
Lieux d'expériences multiples

Participation à de grands programmes internationaux. Collaborations internationales de 10 à 600 physiciens. Utilisation de grands instruments en France ou à l'étranger.

GANIL Caen



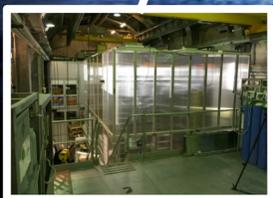
LULI Palaiseau



Chooz



Tchernobyl (Ukraine)



Laboratoire souterrain de Modane

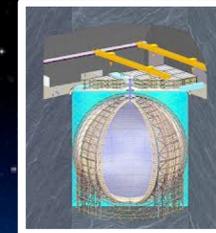


CERN Isolde



Satellite Fermi

JUNO (Chine)



HESS (Namibie)

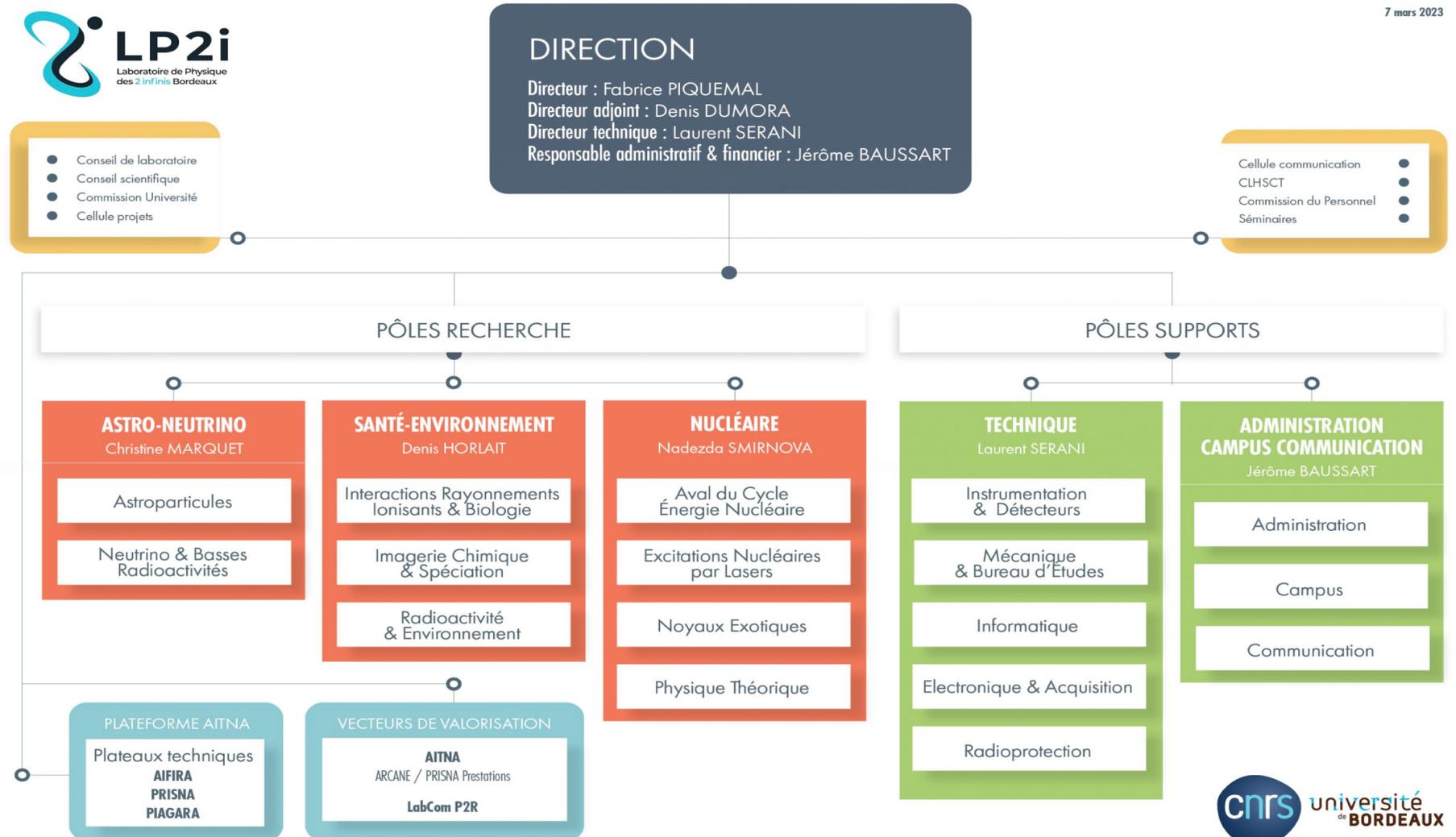


RIKEN (Japon)

Organigramme LP2i



7 mars 2023



Origine du rayonnement cosmique par la détection rayonnements gamma de haute énergie.

Etude et modélisations des mécanismes d'accélération des particules (blazars, pulsars, vestiges de Supernovae)

Astronomie multi-messagers

6 permanent.e.s : D. Dumora (UB), M.-H. Grondin (UB), A. Jardin-Blick (CNRS), M. Lemoine-Goumard, B. Lott; T. Reposeur.

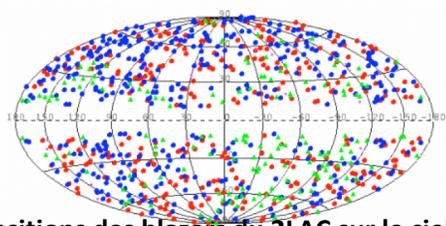
2 doctorantes : Aimie Clément (Co-encadrement avec LAB), Pauline Chambéry

Analyses, simulations, modélisations, tests sous faisceaux d'ions

Gamma au GeV



Satellite FERMI



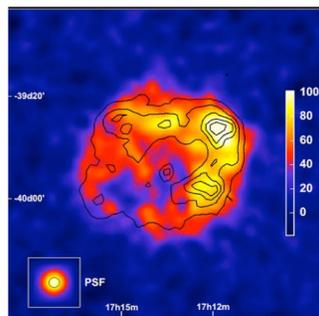
Positions des blazars du 2LAC sur le ciel

- Détection de nouvelles sources
- Production de catalogues

Gamma au TeV



HESS(Namibie)



Le vestige de supernova RX J1713.7-3946
détecté par H.E.S.S..

Gamma 20 GeV – 300 TeV



CTA (Cherenkov Telescope Array, Açores)

- Contribution sur les outils d'analyse.
- Développement d'une composante mécanique de la caméra des télescopes de taille moyenne

Propriétés du neutrino : nature, masse, mesures des paramètres d'oscillation, violation de CP, (neutrinos de supernovae ?)

7 permanent.e.s : C. Cerna (CNRS), E. Chauveau (CNRS), C. Jollet-Meregaglia (UB), C. Marquet (CNRS), A. Meregaglia (CNRS), F. Perrot (UB), F. Piquemal (CNRS). **1 Postdoc** : L. Labit. **2 Doctorants** : X. Aguerre, P. Charpentier

1 bénévole : M. Pravikoff

Analyses, simulations, très faibles radioactivités, scintillateurs organiques, photodétecteurs, détecteurs gazeux

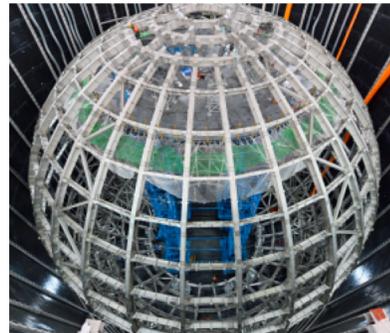
Nature du neutrino
Masse du neutrino



SuperNEMO (Modane)

- Sélection matériaux
- Construction du calorimetre
- Commissioning
- Analyses et simulations

Oscillation neutrinos
Masse du neutrino



JUNO (Chine)

- Sélection matériaux
- Electronique FE des 27 000 small PMT
- Analyses et simulations

Oscillation neutrinos
Violation de CP

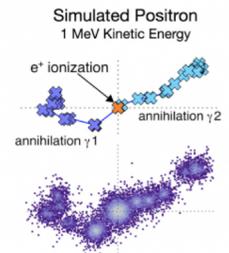


DUNE (USA)

- Production et tests de 2400 cartes FE
- Analyses et simulations



R&D R2D2 et LiquidO
Nature, masse et paramètres d'oscillations

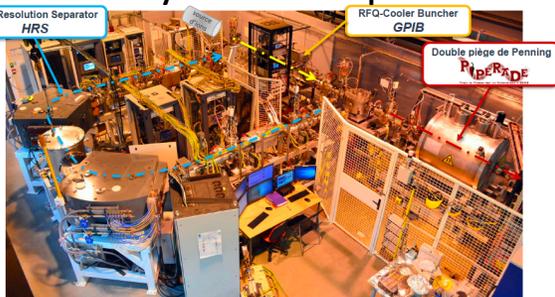


Structure nucléaire et fermeture de couches, radioactivité 2 protons, spectroscopie des noyaux riches en neutrons, Etude de l'interaction faible, fission, astrophysique nucléaire

7 permanents : P. Ascher, B. Blank, M. Gerbaux, G. Giovinazzo, B. Jurado, S. Grevy, M. Versteegen. **1 Post-doc** : D. Atanasov
5 doctorants : C. Berthelot, Q. Delignac, M. Flayol, M. Hukkanen, A. Ortega Moral

Analyses, simulations, détecteurs gazeux, trappe de Penning, détecteurs solides (Ge, Si, cellules photovoltaïques, ...)

Spectroscopie et masses des noyaux exotiques



SPIRAL2 - DESIR (GANIL, France)

Conception – Construction – Commissioning:
 Sélection d'ions radioactifs, mise en forme de faisceaux, mesures de masse

Décroissances exotiques Réactions nucléaires



ACTAR TPC

Conception – Construction :
 Radioactivité 2 protons
 Détections particules chargées

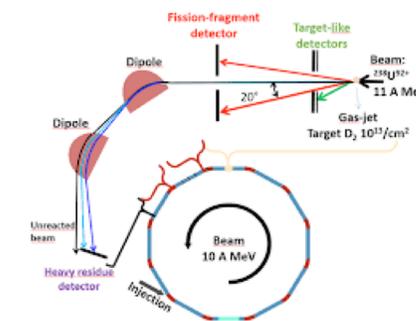
Test interaction faible



WISArD (CERN)

Conception - construction
 Développement détecteurs

Etude fission



NECTAR (GSI)

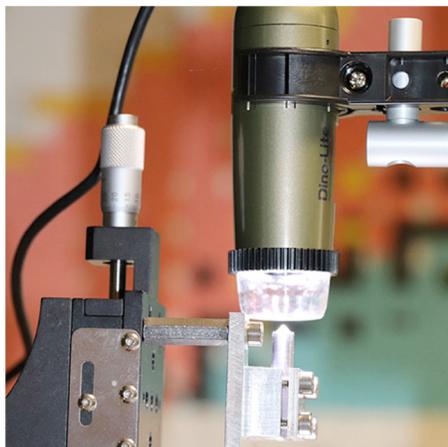
Conception - construction
 Développement détecteurs
 Analyses
 Simulations

Physique nucléaire dans les plasmas, faisceau de particules produits et accélérés par laser, diagnostics et techniques expérimentales

1 permanent : *M. Tarisien* (UB) 1 Emerite : *F. Hannachi* (CNRS) 2 post-docs : *A. Huber, A. Maitrallain*
1 doctorante : *K. Bontemps*

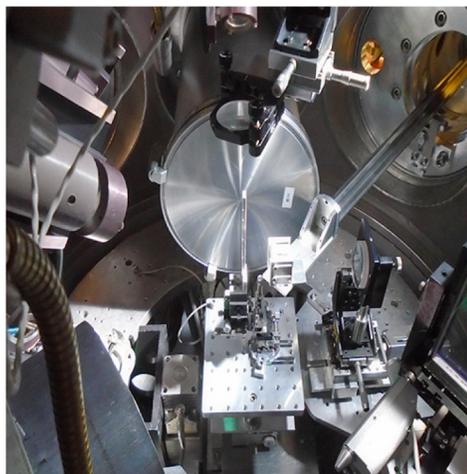
Analyses, simulations, détecteurs de particules (scintillateurs, CMOS,...), cibles gazeuses

Cibles gazeuses



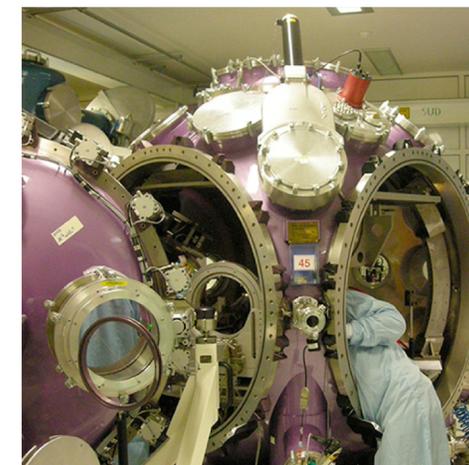
Conception-optimisation
Tests sous faisceaux laser

Mise en forme de jets de gaz



Etudes et tests

Expériences auprès
de laser de puissance



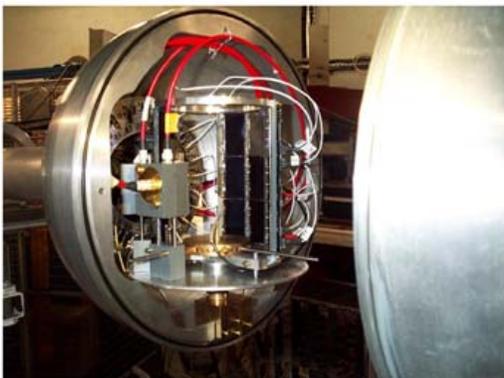
LULLI, GSI, Salamanca,...

Section efficaces production des actinides mineurs, cycle du thorium, simulations numériques

5 permanents : M. Aïche; S. Czajkowski, P. Marini, L. Mathieu, I. Tsekhanovitch. 1 doctorante : D. Kattikat Melcom

Analyses, simulations, détecteurs neutrons, détecteurs photovoltaïques

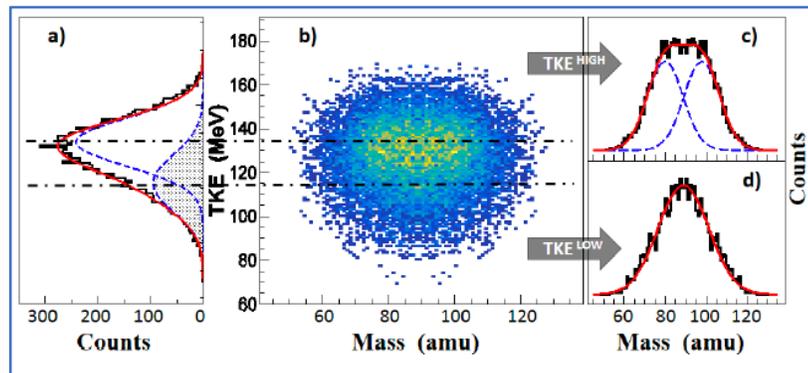
Mesure des neutrons



DPR

Conception- construction
Commissioning en cours

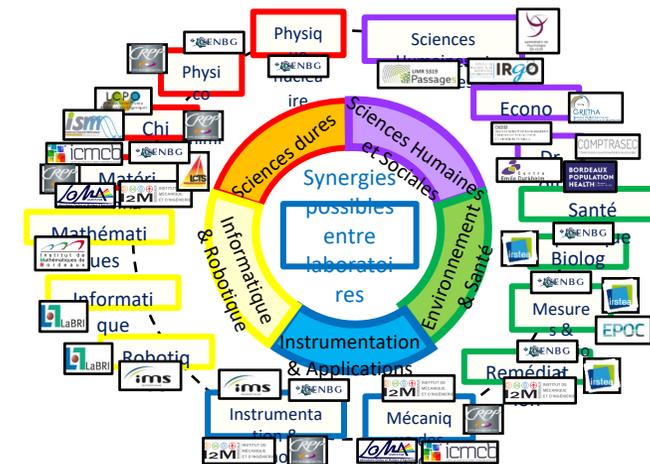
Etude de la fission



JAEA (Japon)

Conception expérience
Analyses
Simulation

Projet DEMAIN



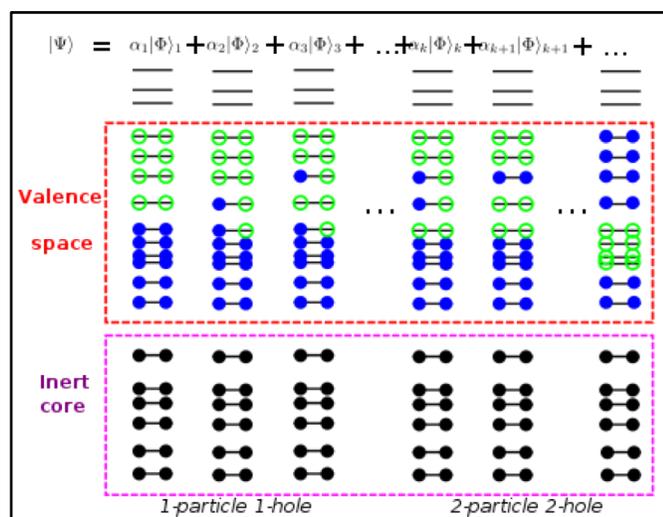
Démantèlement Installations nucléaires
Portage projet

Structure nucléaire et astrophysique nucléaire :

- Utilisation potentiels internucléons dans approches de champ moyen et de modèle en couches
- Réactions de capture de proton radiative
- Etudes de la brisure d'isospin et des interactions fondamentales dans les noyaux lourds

3 permanent.e.s : *J.C. Caillon (UB), L. Bonneau (UB), N. Simirova* 1 Emerite : *P. Quentin (UB)*

1 bénévole : *N. Carjan* 2 doctorants : *N. Kontowicz, L. Zhen*



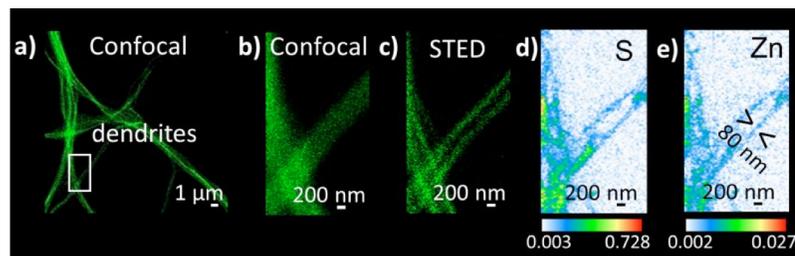
Modèles de structure nucléaire
 Modèle de structure du nucléon
 Interaction nucléon-nucléon
 Phénomènes collectifs et individuels
 Processus électromagnétiques et faibles
 Réactions d'intérêt astrophysique

Neurobiologie du cuivre et du zinc, Neurotoxicologie du manganèse et de l'uranium, Dyshoméostasie du fer et du cuivre dans les maladies neurodégénératives

3 permanent.e.s : A. Carmona, R. Ortega, S. Roudeau 1 doctorante : A. Kittilukkana

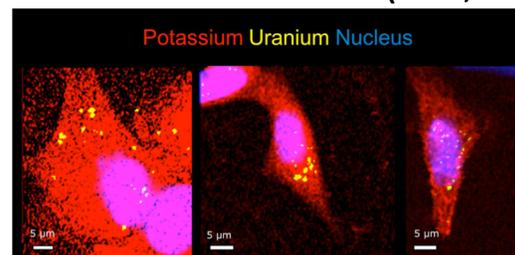
Nano-imagerie par rayonnement synchrotron, micro-spéciation par spectroscopie d'absorption des rayons X ; Micro-imagerie chimique quantitative en analyse par faisceau d'ions. Techniques de préparation d'échantillons biologiques

Neurobiologie du Zinc et du cuivre



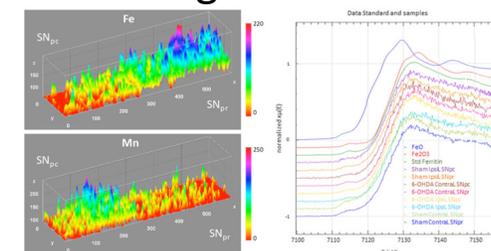
Développement imagerie corrélative des métaux et des protéines
 rayonnement synchrotron (nano-XRF)
 + microscopie de super résolution STED

Neurotoxicologie des métaux environnementaux (Mn, U)



Imagerie rayonnement synchrotron
 + microscopie fluorescence

Effet du fer sur maladies neurodégénératives



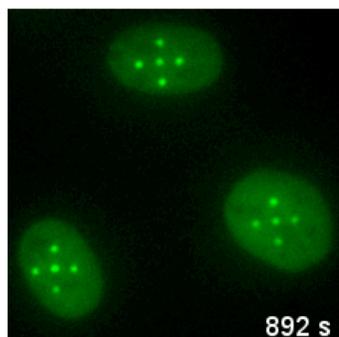
Méthodes de séparation des protéines
 Analyses par faisceaux d'ions et rayonnement synchrotron

Micro-irradiation cellulaire et cancer, micro-analyse chimique et nanoparticules, micro-dosimétrie et simulations numériques

9 permanent.e.s : Ph, Barberet (UB), F. Gobet (UB), G. Debes (CNRS), T. Hoang (CNRS) S. Incerti (CNRS), C. Michelet (UB), P. Moretto (UB), L. Plawinski (CNRS), H. Seznec (CNRS) **2 Post-docs** : I. Demirkan, S. Zein **1 doctorante** : Z. Li

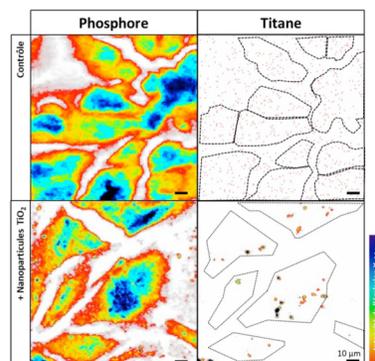
Analyses, simulations, modélisations, biologie, techniques nucléaires expérimentales, utilisation faisceau d'ions, imagerie, Techniques de préparation d'échantillons biologiques

Impact des expositions à des doses contrôlées de rayonnement ionisant sur les organismes vivants



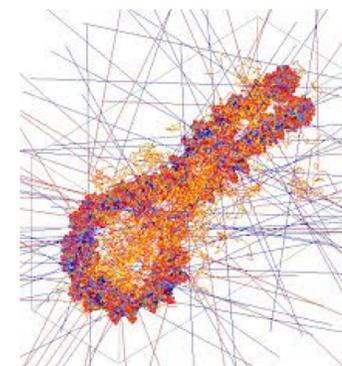
Conception – réalisation ligne micro-faisceau. AIFIRA

Analyses quantitatives de nanoparticules



Imagerie 2D et 3D par faisceau d'ions AIFIRA

Simulation GEANT-DNA



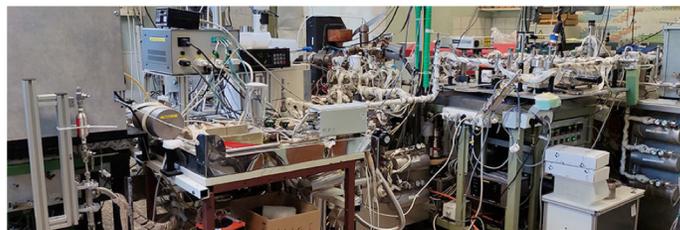
Développement code Simulation d'expériences

Mesure des gaz rares pour étude météorites, géochimie, industrie du nucléaire, environnement Interactions radioéléments-microorganismes dans sites nucléaire

5 permanents : J. Domange, E. Gilabert, D. Horlait, C. Sergeant, M.-H. Vesvres

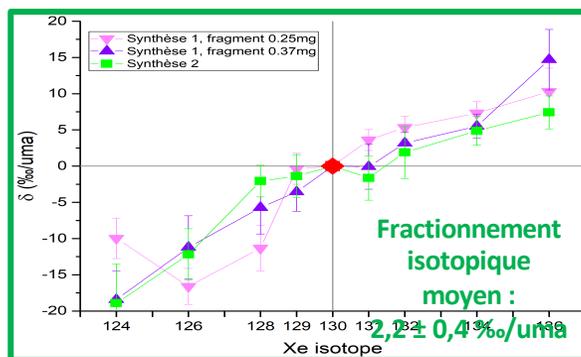
Spectrométrie de masse, désorption par laser, techniques du vide, bioremédiation, cultures bactériennes

Mesure de gaz rare



Plateforme PIAGARA
 Conception – Développement
 de 5 spectromètres
 Sensibilité Kr et Xe 10^{-18} g/g

Géochimie



Enigme du Xenon manquant

Micro-organismes dans sites nucléaires



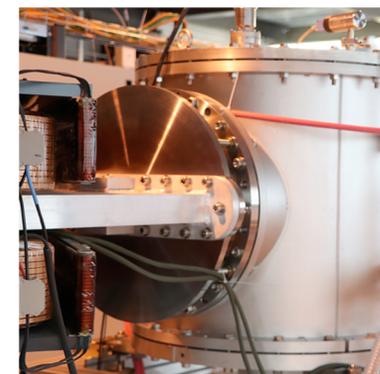
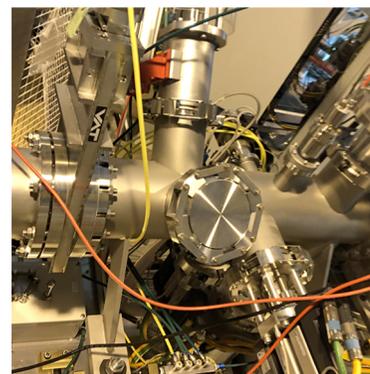
Identification souches
 Techniques de bioremédiation
 par utilisation de bactéries

Management et gestion de projet, conception, instrumentation

9 permanent.e.s : *P. Alfaut (CNRS), A. Balana (UB), G. Claverie (CNRS), L. Daudin (CNRS), C.E. Demonchy (CNRS), C. Lacombe (CNRS), B. Lachacincki (CNRS), L. Serani (CNRS), N. Tournier (CNRS)*

Compétences

- Instrumentation nucléaire
- Détecteurs gazeux
- Détecteurs à scintillation
- Diagnostiques & détection
- Source d'ion
- Conduite faisceau
- Outils de modélisation et d'aide à la conception
- Automatismes (Siemens, OPC,...)
- Niveau matériel
- Niveau « Interface Homme Machine »
- Electrotechnique

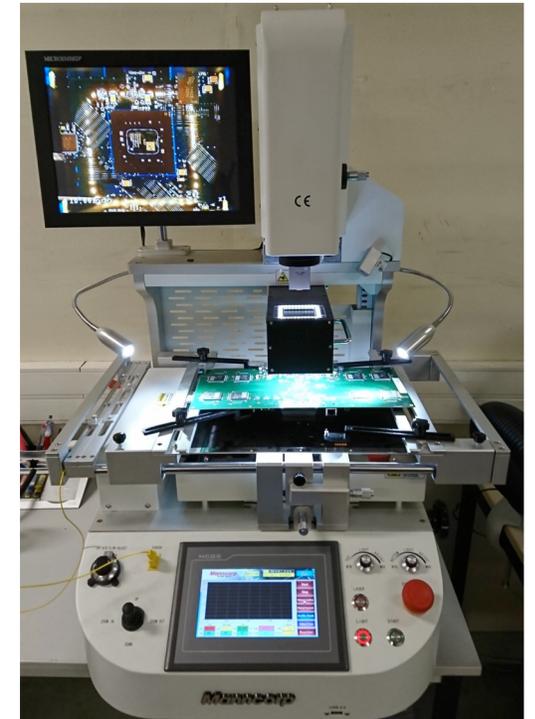
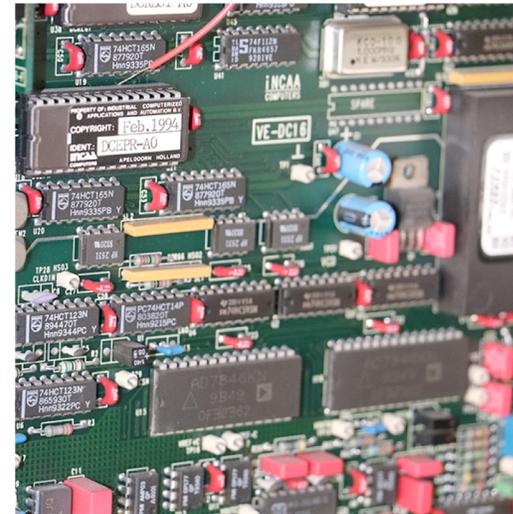


Conception de cartes électroniques, , Etude et conception des amplificateurs, Expertise en technologie PCB, Développement de systèmes embarqués à base de FPGA avec une expertise sur Xilinx (ARTY, Zynq & Kintex). Développement de banc de test et des scénarios de test de vérification et validation des produits.

7 permanents : *T. Chabaud (CNRS), F. Druillolle (CNRS), P. Helmut (CNRS), C. Huss (CNRS), J. Pibernat (CNRS), A. Rebill (CNRS), R. Bouet (CNRS)*

Compétences :

- Electronique analogique
- Electronique numérique
- Traitement des signaux
- IA embarquée sur FPGA
- Acquisition de données et contrôle de processus.
- Outils de conception et ingénierie assistée par ordinateur
- Modélisation
- Simulation, développement et tests.



Conception mécanique, Simulations numériques, fabrication, Intégration, Gestion de projet

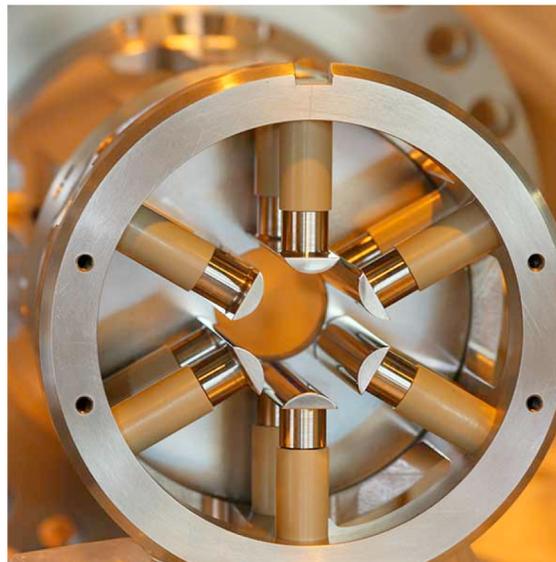
8 permanents :

A. Fournier (CNRS), S. List (CNRS), E. Maillard (CNRS) F. Mesples-Carrere (UB), F. Munoz (CNRS), S. Perard (CNRS), M. Roche (CNRS)

Un bureau d'études (5 permanents) et un atelier (3 permanents)

Compétences :

- Calculs et simulations numériques dans le domaine mécanique et thermique.
- Montage et mise au point des matériels étudiés et réalisés.
- Maintenance, modifications ou transformations des ensembles mécaniques du matériel expérimental du LP2i et de ses plates-formes.

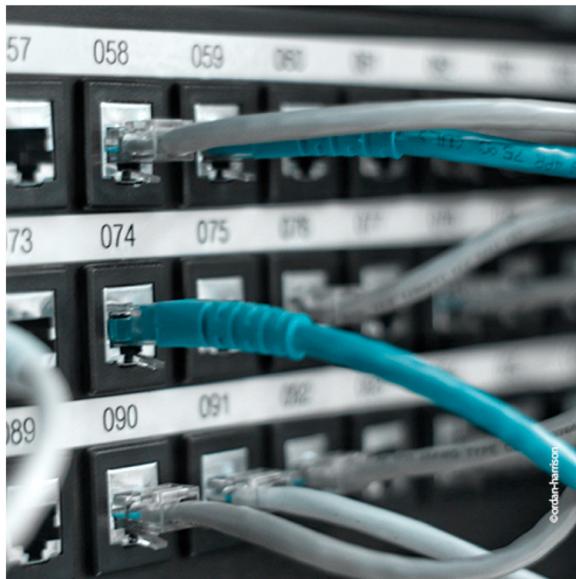


Gestion de l'infrastructure informatique, support aux utilisateurs, gestion du parc, calcul

3 permanent.e.s *A. Habbouze (UB), I. Moreau (CNRS), C. Sez nec (CNRS)*

Compétences :

- Support matériel, systèmes d'exploitation
- Support réseau
- Sécurité réseau
- Support calcul
- Développement d'un pôle calcul scientifique

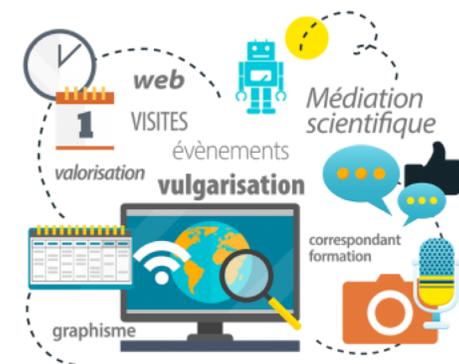


Administration, gestion, entretien campus, communication, formation permanente

8 permanent.e.s: *J. Baussart (CNRS), E. Boulet (UB), F. Cadou (CNRS), N. Carmona (CNRS), M.-A. De Britos (UB), P. Chambon (CNRS), N. Favret (CNRS), S. Perreve (CNRS),-*

Compétences :

- Gestion financière
- Budget
- Préparation et mise en place du budget
- Aide au montage de projets
- Justification de contrats
- Achats et missions
- Accueil et secrétariat
- Ressources humaines
- Maintenance des bâtiments
- Parc automobile
- Entretien des locaux
- Espaces verts
- Communication interne et externe
- Mediation scientifique
- Formation permanente



Gestion plateformes, Maintenance, Développement techniques et méthodologiques, Mesures, Accueil équipes extérieurs, Valorisation

4 permanent.e.s: *S. Crabos (CNRS), J. Jouve (CNRS), S. Leblanc (CNRS), S. Sorieul (CNRS)* **2 CDD :** *O. Lagrabette (CNRS), S. Vaubailon (UB)*

+ *P. Alfaut (CNRS), P. Barberet (UB), C. Cerna (CNRS), G. Claverie (CNRS), C.-E. Demonchy (CNRS), D. Horlait (CNRS), F. Piquemal (CNRS), L. Serani (CNRS)*

Compétences :

- Analyses
- Préparation d'échantillons
- Assurances qualité
- Support aux utilisateurs
- Développement détecteurs
- Maintenance accélérateur
- Spectroscopie gamma
- Détecteurs Ge



AITNA : Analyse, Irradiation et éléments Traces en Nouvelle Aquitaine

Mission : Support aux activités scientifiques interdisciplinaires du LP2i

- Composée de 3 plateaux techniques (AIFIRA, PRISNA, PIAGARA)
- Mesure d'éléments traces stables ou radioactifs sur matrices solides, liquides ou gazeuses
- Localisée au LP2i Bordeaux (UMR 5797, CNRS et U. Bordeaux). Site du Haut Vigneau Gradignan
- Gestion CNRS

Plateforme accélératrice

AIFIRA
(2006)



Irradiations, imagerie et élément - traces
Labellisée IN2P3 et Ubx (2019)

Plateforme basse radioactivité

PRISNA
(2009)



Ultra-traces radio-isotopes

Plateforme gaz rare

PIAGARA
(1985)



Ultra-traces gaz

Mesures **éléments-traces stables ou radioactifs** dans des échantillons solides, liquides ou gazeux.
Imagerie et irradiations de matériaux par faisceau d'ions.

Une plateforme d'analyse, d'imagerie et d'irradiation par faisceau d'ions

Labellisée IN2P3 et UB (2019)

- Accélérateur électrostatique d'ions H^+ , D^+ , He^+ 1-3 MeV
- 5 lignes de faisceau
- Micro-faisceau pour l'irradiation de cellules vivantes à l'échelle du micron
- Micro-faisceau pour imagerie d'éléments au niveau du micromètre
- Macro-faisceau pour analyse d'échantillons
- Faisceau extrait pour objets de grande taille
- Faisceau ligne de physique (neutrons + gammas)

- Upgrades de lignes récents ou en cours
- Réflexion sur développement irradiation sur grande surface (10 cm x 10 cm)

- Analyses quantitatives multi-élémentaires à des échelles allant micromètre à quelques millimètres
- Combinaison d'analyses : PIXE, RBS, NRA, ERDA,....
- Micro-irradiations
- Production de champs neutronique et gamma



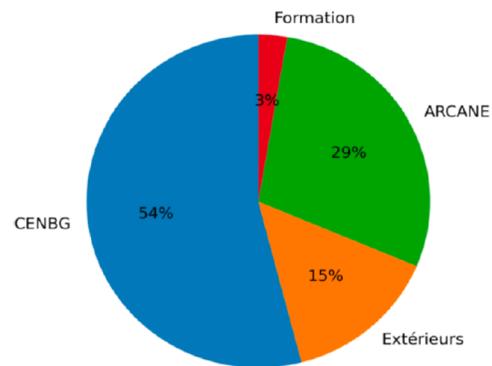
- Physique nucléaire
- Sciences du vivant
- Sciences des matériaux
- Météorites
- Archéologie,....

Fonctionnement 02/2022 → 02/2023

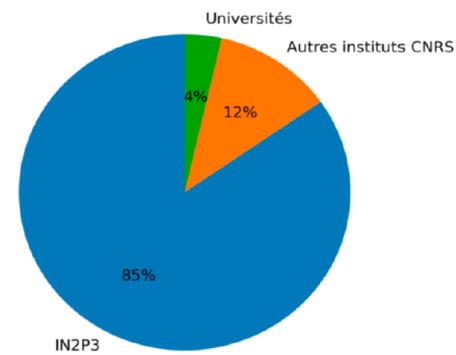


Répartition des temps de faisceau 2022 :

	Jours de faisceau
Equipes / projets de recherche	111
ARCANE / Prestations	53
Formation	5
Maintenances / pannes / arrêts	27
Tests & développements internes	14

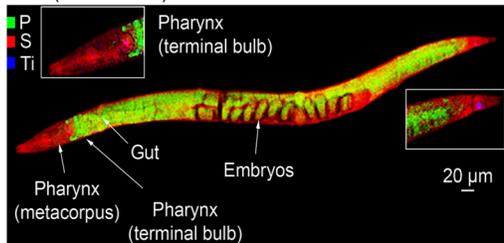
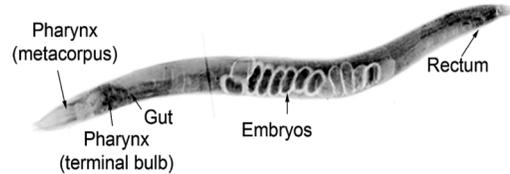
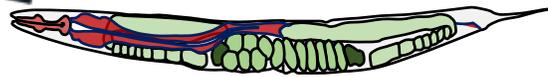


Temps de faisceau total



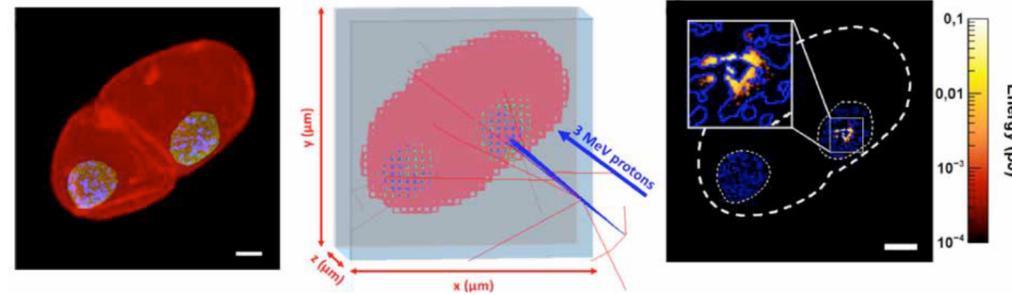
Temps de faisceau recherche (hors ARCANE & maintenances)

Caenorhabditis elegans

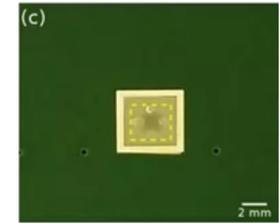


Micro-Analyse Chimique

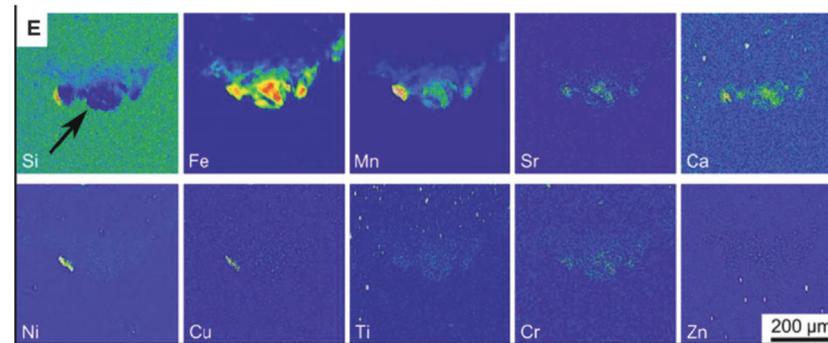
Groupe IriBio



Modélisation Monte Carlo, micro-irradiation sélective et suivi en temps réel des conséquences biologiques radio-induites à l'échelle de l'organisme. **Groupe IriBio.**



Développement détecteurs diamant
LP2i – CEA List - LPSC



Analyse PIXE de sédiments



Identification millésimes
de Bordeaux

Une plateforme de métrologie des radio-isotopes en ultra-trace

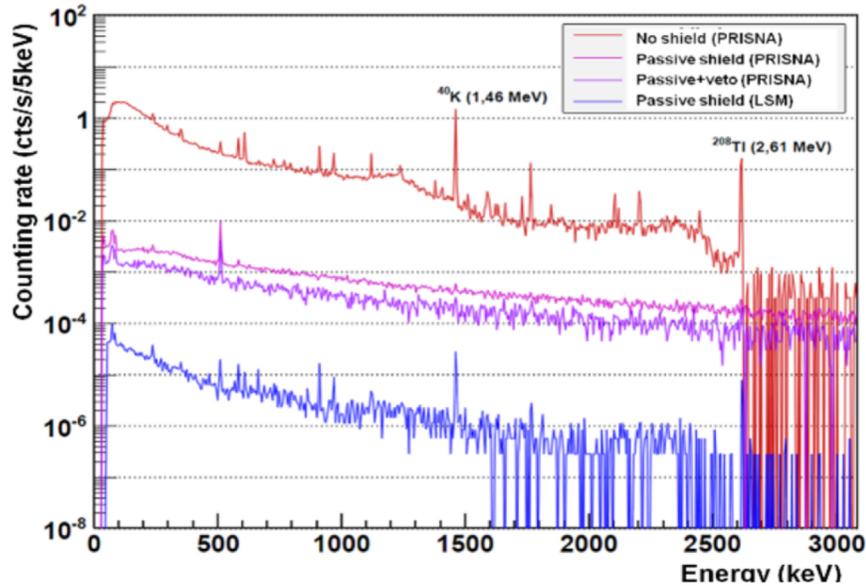
- Pool de détecteurs Germanium pour spectroscopie gamma
 - HPGe type puit 300 cc
 - HPGe type planar 200 cc
 - HPGe type planar 150 cc pour PRISNA-Prestation
 - 2 HPGE planar 150 cc CRP2A
 - + 2 x HPGe au LSM (Modane) 400 cc type co-axiaux
- Dispositif de mesure d'émanation de radon grand volume
- Métrologie et cartographie 3D du ^{238}U et ^{232}Th par ablation laser couplée à un ICPM haute résolution
- 2024 : achat d'un détecteur alpha et beta (projet Région- IN2P3 INTENSE)

- Sensibilités en U et Th de 0.01 Bq/kg à Bordeaux
- Sensibilités en U et TH de 0.001 Bq/kg à Modane
- Sensibilité émanation radon : < 12 - 400 atomes/jour

Coûts auditables CNRS en cours



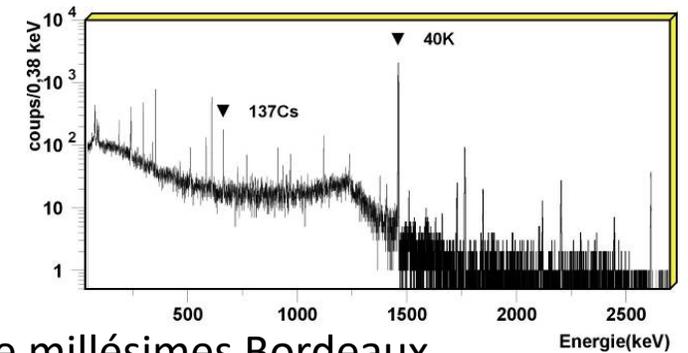
- Physique des particules
- Astroparticules
- Archéologie
- Géoscience
- Environnement,....



Sélection matériaux SuperNEMO $< 10^7$ radioactivité naturelle



Mesure émanation radon PMT JUNO



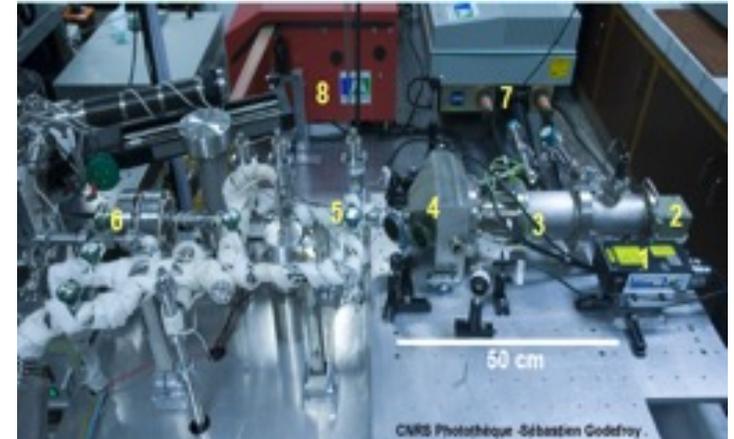
Contrôle millésimes Bordeaux

Une plateforme de mesure des gaz rares

- Ligne Laser Pour l'Analyse Optimisée des matériaux Nucléaires
- Un Spectromètre dédié à l'enrichissement isotopique des radio-kryptions
- 3 autres spectromètres

- Déménagement vers CREATIF
- Upgrade de l'installation en cours (projet région-IN2P3 INTENSE)

- Sensibilité en Kr et Xe de l'ordre du millier d'atomes
- Spectrométrie de thermodésorption par chauffage laser



- Etude du système solaire
- Géosciences
- Matériaux du nucléaire
- Prolifération nucléaire
- Paléo-hydrologie,...

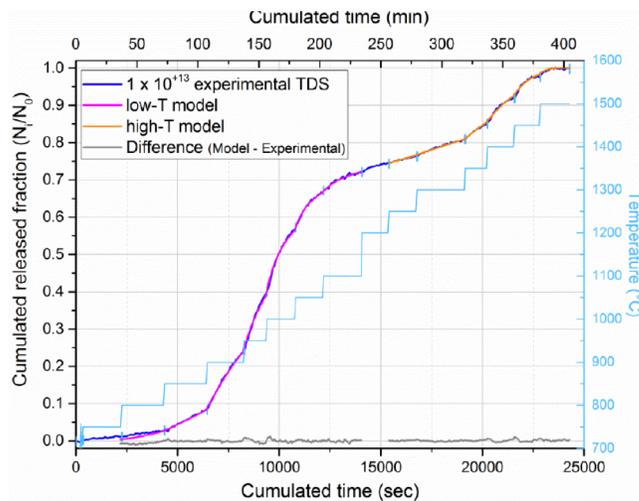


Figure 36 Courbe de relâchement d'He implanté à la fluence de 1×10^{13} at.cm⁻² dans un B₄C larges grains pour des isothermes successives croissantes

Diffusion He dans Carbure de Bore

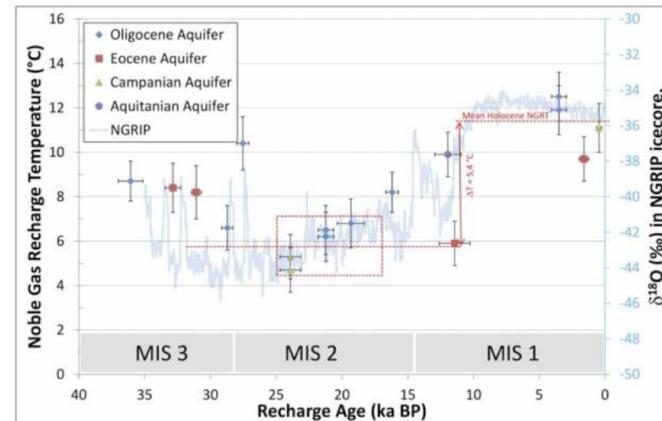
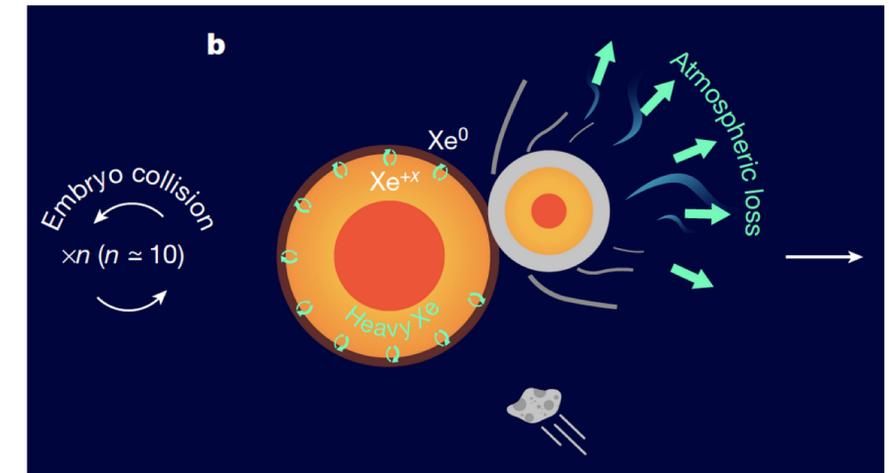


Figure 37: Evolution des paléotempératures au Nord du Bassin Aquitain établies à partir des mesures de gaz nobles. Le profil de référence NGRIP établi à partir des rapports isotopiques de l'oxygène dans les glaces groenlandaises est présenté pour comparaison.

Mesure des paléo-températures en Aquitaine

L'histoire précoce de la Terre dévoilée grâce au paradoxe du xénon manquant

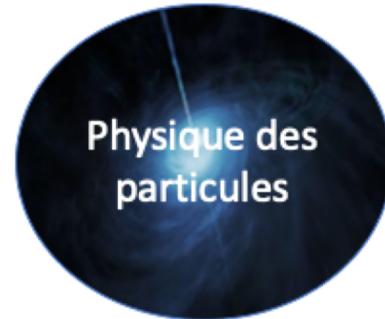
Jun 29, 2022 | ACTUALITÉS



Enigme du Xenon manquant sur terre

Insertion de la plateforme AITNA au LP2I

Activités scientifiques du LP2I



**Physique des
particules**

- Mécanismes d'accélération des particules dans l'univers
- Propriétés des particules élémentaires



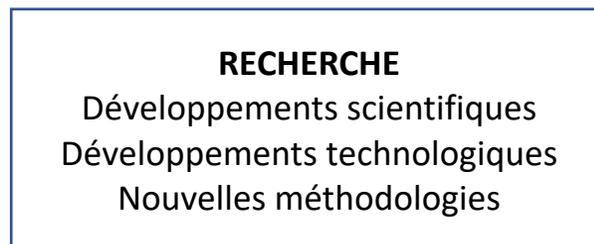
**Physique
Nucléaire**

- Compréhension de la structure nucléaire. Noyaux exotiques.
- Synthèse des éléments
- Etude de l'interaction faible
- Etudes des noyaux nucléaires dans des conditions extrêmes



**Santé-
Environnement**

- Effets des radio-isotopes et des métaux sur le vivant
- Etude des radio-isotopes dans l'environnement



Conclusion

- Large spectre d'activités scientifiques et techniques
- Aspect formation non évoqué
- Equipements techniques des services
- Nouveau bâtiment → accroît le dynamisme du laboratoire
- Réflexion sur l'avenir du site en cours
- Demande du laboratoire à devenir un site pilote exemplaire sur les aspects de développement durable et de sobriété énergétique
- Démarche GDR 1.5 en cours

