

Groupements de recherche



SCIPAC

Sciences of Particle ACcelerators

Cryomodules contenant les cavités accélératrices supraconductrices de basse et haute énergie de l'accélérateur linéaire SPIRAL2 au GANIL © R. Ferdinand

- **Directeur/trice** : Maud Baylac
- **Directeur/trice adjoint(e)** : Guillaume Olry, Nicolas Pichoff
- **Instituts du CNRS impliqués** : IN2P3, INP, INSIS
- **Laboratoires impliqués** : ARRONAX, CELIA, DAM, DRF/IRAMIS/LIDYL, DRF/IRFU/DACM, DRF/IRIG/DSBT, ESRF, GANIL IJCLab, IPHC, LAPP, LLR, LOA, LPGP, LPSC, LP2IB, LULI, SOLEIL
- **Date de création** : 2023
- **Site web** : <https://scipac.in2p3.fr>

MISSION PRINCIPALE DU GDR

SCIPAC ambitionne de rassembler la communauté des laboratoires français travaillant sur les accélérateurs de particules pour accompagner la recherche en vue de répondre aux grands projets, en développement et futurs. Les missions principales du GDR sont de mener l'animation scientifique au niveau national pour promouvoir l'activité de recherche, de fédérer et structurer la communauté et enfin de favoriser l'émergence d'initiatives transverses. Une attention particulière est portée à la promotion des activités de recherche des jeunes de la communauté, mais aussi au renfort de l'attractivité de la discipline auprès des futures générations.

290
scientifiques
impliqués

8
laboratoires IN2P3 : ARRONAX,
GANIL, IJCLab, IPHC, LAPP, LLR,
LPSC, LP2IB

3
instituts du CNRS :
IN2P3, INP, INSIS

3
organismes externes
impliqués : CEA,
ESRF, SOLEIL

LES ACTIONS DU GDR

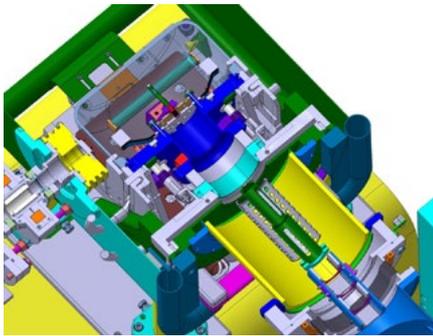
En plus des actions de communication générale (site web, newsletter), les Journées du GDR regroupant tous les axes sont programmées tous les 2 ans. Des ateliers thématiques sont organisés sur des sujets spécifiquement ciblés (calculs, instrumentation). Ces événements rassembleront les membres de la communauté pour confronter leurs recherches et identifier les synergies possibles. Ils seront aussi l'occasion de mettre en valeur le travail des (post-)doctorants.

Pour soutenir spécifiquement les jeunes de la discipline, une série de séminaires sera mise en place pour donner aux doctorants l'opportunité de présenter leurs travaux de thèse, ainsi que des aides financières pour des actions de formation. Un réseau de doctorants sera construit pour favoriser les échanges. Des actions spécifiques (création de contenus multimédias pédagogiques, organisation d'événements auprès des scolaires) contribueront à renforcer l'attractivité de notre discipline.



ACCÉLÉRATION D'IONS Lourds

Les accélérateurs dédiés à la production d'ions, stables ou radioactifs, s'appuient sur des ensembles cibles sources, le transport des faisceaux stables ou radioactifs depuis la haute énergie jusqu'à la basse énergie ainsi que des pièges à ions pour la préparation et la manipulation des ions. La recherche à tous les niveaux de cette chaîne de production complexe est nécessaire pour faire progresser les installations existantes et repousser les limites actuelles en préparation des futures machines. Les exigences croissantes imposées par les expériences de physique (faisceaux de basse énergie, faible émittance, peu de contaminants) s'accompagnent d'une R&D sur les sources d'ions, pour augmenter intensité, efficacité, état de charge et pureté des faisceaux, sur l'accélérateur (augmentation de la puissance, amélioration des propriétés optiques, de la structure en temps ou du rendement) et sur les pièges à ions pour assurer la manipulation précise des ions et leur séparation en masse.



Vue en coupe de l'ensemble cible source utilisé pour la production de faisceaux radioactifs de la plateforme ALTO à IJCLab. Conception par le bureau d'études d'IJCLab. © O. Pochon

ACCÉLÉRATION DE HADRONS

Le domaine technologique des accélérateurs hadroniques, actuels et futurs, nécessite des efforts continus de recherche et développement afin de progresser la science et relever de nouveaux défis en termes d'efficacité, de contrôle des pertes de faisceau, de fiabilité, ainsi que de réduction des coûts financiers et énergétiques. La compréhension du faisceau doit être améliorée avec pour objectif principal de réduire les pertes de particules issues de faisceaux de plus en plus puissants : ceci est réalisé principalement grâce à des modèles numériques précis, l'optimisation de la conduite du faisceau via l'intelligence artificielle, des diagnostics performants, les simulations RF et la compensation des pannes. Ces travaux s'accompagnent de développements technologiques d'amélioration et d'innovation sur la chaîne des composants qui composent ces accélérateurs, en particulier sur les résonateurs radiofréquences (RFQ) et les cavités accélératrices supraconductrices (SRF) pour améliorer les gradients d'accélération et réduire la consommation énergétique.

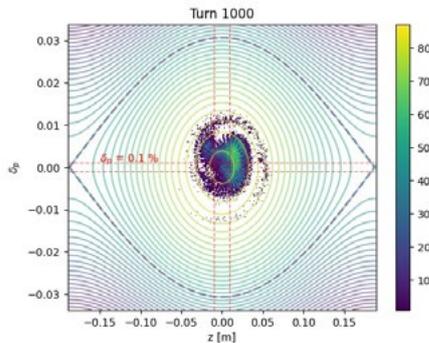


Vue interne du quadrupole radiofréquence (RFQ) à 4 vanes de SPIRAL2 au GANIL pour l'accélération et la mise en paquets temporels du faisceau. © R. Ferdinand

ACCÉLÉRATION DE LEPTONS

Le développement des accélérateurs leptoniques fait écho à des thématiques de physique fortes comme les futurs collisionneurs pour la physique des hautes énergies ou des sources de lumière

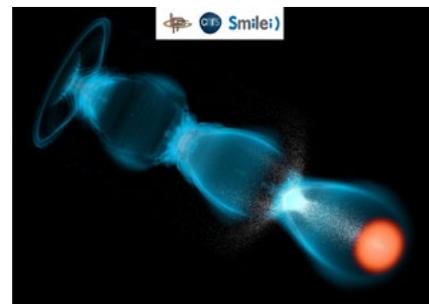
pour sonder la matière, basées sur le rayonnement synchrotron, le laser à électrons libres, l'interaction avec un laser ou la récupération de l'énergie avec un ERL. Le besoin de haute luminosité ou de haute brillance requiert une R&D spécifique pour améliorer la qualité des faisceaux (réduction de l'émittance) et leur charge (augmentation du courant) ainsi que la manipulation et contrôle de nano-faisceaux au point de collision. Augmenter la densité du faisceau aura aussi pour conséquence d'augmenter les effets collectifs liés à l'interaction du faisceau avec le champ électromagnétique induit par le faisceau, ainsi que les effets de vide dynamique (augmentation de la pression résiduelle causée par electron-cloud ou photo-électrons générés par l'interaction du rayonnement synchrotron avec les parois).



Simulations avec le code pyHeadTail du tracking longitudinal des électrons dans le booster FCC-ee du CERN. Cette étude, effectuée après 1000 tours à l'injection à une énergie de 20 GeV pour un paquet de 2.43×10^{10} électrons, simule le sillage créé par un tube à vide en inox de diamètre 50 mm. © A. Ghribi

ACCÉLÉRATION LASER PLASMA ET NOUVEAUX CONCEPTS

L'accélération laser plasma permet de réaliser des champs accélérateurs de l'ordre de 100 GV/m et constitue un concept prometteur pour le développement de futurs accélérateurs. Prioritairement focalisés sur l'accélération d'électrons, les efforts se concentreront sur l'optimisation des performances des lasers de pompe, source d'énergie du mécanisme d'accélération, l'amélioration de la qualité du faisceau d'électrons. Les travaux porteront sur les concepts de physique pour optimiser la conception technique de la machine dans le but de fiabiliser les installations. Des études seront aussi menées sur l'accélération laser plasma des ions avec la démonstration expérimentale de nouveaux processus prédits par la théorie et les développements pour des cadences élevées et pour des paquets ultra-intenses. Des concepts alternatifs sont aussi étudiés comme l'accélération sous vide par des diélectriques fournissant des sources compactes pour des applications ciblées ou l'accélération faisceau plasma, utilisant des paquets d'électrons courts à la place du faisceau laser.



Simulation avec le code Smilei de l'accélération d'électrons dans le sillage d'un laser intense en interaction avec un plasma. Le mécanisme d'injection par ionisation permet de créer des électrons dans la cavité plasma où ils sont piégés. © F. Massimo

De plus, des thèmes transverses, comme le calcul, l'instrumentation de faisceaux, les aimants, le vide, ainsi que les applications sociétales seront également étudiés par le GDR. Ils feront l'objet d'ateliers thématiques dédiés afin de confronter les travaux menés dans toute la communauté, d'enrichir les recherches et de favoriser les échanges entre les axes.