

Les Journées accélérateurs

Roscoff
2 - 4 octobre 2019

Thèmes
Présentations orales et posters

- Accélérateurs de hadrons
- Accélérateurs de leptons
- Accélération laser-plasma
- Technologie des accélérateurs
- Applications et aspects industriels

Secrétariat : Sandrine Cardot
email : roscoff@accelerateurs.fr

Organisé par le bureau de la Division Accélérateurs de la SFP :
Laurent Nadolski (SOLEIL), Jean-Luc Révol (ESRF), Thomas Thullier (LPSC), Nicolas Delerue (LAL),
Alain Savalle (GANIL), Stéphane Chel (CEA/DRF/RFU/DACM), Brigitte Cros (LPGP), Vincent Le Flanchez (CEA/DAM),
Eric Diquet (ALSYM), Luc Perrot (IPNO)

<http://accelerateurs.sfpnet.fr/>

Programme et résumés



**Société Française
de Physique**

Journées organisées par la Division Accélérateurs de la
Société Française de Physique avec le soutien de



TABLE DES MATIERES

I. PREFACE	3
II. LE BUREAU DE LA DIVISION ACCELERATEUR DE LA SFP....	6
III. PROGRAMME	8
IV. RESUME DES CONTRIBUTIONS ORALES	14
a. Mercredi 2 octobre matin	14
b. Mercredi 2 octobre après-midi.....	22
c. Jeudi 3 octobre matin.....	31
d. Jeudi 3 octobre après-midi	42
e. Vendredi 5 octobre matin	46
V. RESUME DES CONTRIBUTIONS POSTERS	54
VI. INDEX DES CONTRIBUTIONS.....	80

I. Préface

Le mot de la présidence de la Division Accélérateurs de la SFP,

Le bureau de la Division Accélérateurs de la Société Française de Physique est très heureux de vous accueillir à la douzième édition des Journées Accélérateurs de la SFP.

Les Journées sont l'unique conférence nationale et francophone sur les accélérateurs et leurs technologies associées. C'est l'occasion tous les deux ans de présenter une vision globale des activités du domaine, en France ou menées internationalement par des équipes françaises. Vous, Ingénieurs, chercheurs, techniciens des mondes académique et industriel, pouvez y présenter vos travaux. C'est aussi un lieu de discussion privilégié dans le très beau cadre de la station biologique de Roscoff dépendant du CNRS et de Sorbonne Université.

Le programme scientifique et l'organisation sont le fruit du travail des membres du bureau avec le support efficace, sur les aspects organisationnels, de Sandra Cardot de l'ESRF que nous tenons à remercier chaleureusement.

Plusieurs nouveautés sont au programme de cette édition. Le comité scientifique a choisi de mettre en valeur les technologies des aimants avec une session dédiée. Le programme comprend 30 contributions orales dont 6 présentations invitées en essayant de respecter au mieux la charte de parité de la SFP. La session d'après-midi du premier jour sera dédiée essentiellement à des présentations flash de nos doctorants et doctorantes suivie d'une session Posters qui a été élargie avec plus de 25 posters.

Cette année, le CERN est à l'honneur avec une présentation des installations accélérateurs par Frédéric Bordry, Directeur des Accélérateurs et de la Technologie. Nous aurons aussi des présentations de plusieurs réseaux en cours de mise en œuvre ainsi que l'activité d'officier de liaison avec l'industrie.

Jeudi après-midi sera plus particulièrement consacré à la SFP avec la remise du prix de Spécialité Jean-Louis Laclare qui sera suivi d'une présentation du récipiendaire. En fin d'après-midi se tiendra l'assemblée générale de notre division, moment important avec le bilan moral et financier de nos actions, la proclamation du nouveau bureau et une discussion sur les actions à venir.

Nous espérons que ce format renouvelé, tout en maintenant ce qui a fait le succès dans les années précédentes vous donnera satisfaction et sera propice à des échanges fructueux.

Si vous appréciez nos actions, nous vous incitons fortement à adhérer à la SFP pour soutenir les actions de la Division Accélérateurs et à participer activement à ses activités.

Très bonnes Journées Accélérateurs à tous !

Laurent S. Nadolski,

Président de la Division Accélérateurs de la SFP

Jean-Luc Révol,

Vice-président de la Division Accélérateurs de la SFP

II. Le bureau de la division accélérateur de la SFP

 <p>Laurent NADOLSKI <i>Président</i></p>	 <p>Jean-Luc REVOL <i>Vice-Président</i></p>
 <p>Thomas THUILLIER <i>Trésorier</i></p>	 <p>Nicolas DELERUE <i>Secrétaire</i></p>
 <p>Stéphane CHEL <i>Relations avec les laboratoires</i></p>	 <p>Alain SAVALLE <i>Secrétaire adjoint</i></p>
 <p>Luc Perrot <i>Relations avec l'enseignement</i></p>	 <p>Brigitte CROS <i>Relations avec le CA</i></p>
 <p>Vincent LE FLANCHEC <i>Communication</i></p>	 <p>Eric GIGUET <i>Relation avec les industriels</i></p>

III. Programme

Mercredi 2 octobre matin

08:30	Officiel
08:30	Introduction - Laurent Nadolski (Synchrotron SOLEIL)
08:45	Présentation de la SFP - Catherine Langlais (SFP)
09:15	Session Hadrons - A. Savalle
09:15	Modélisation plasma et extraction des ions de la Source H- du LINAC4 au CERN - Dr Jacques Lettry (CERN)
09:45	Cryomodules ESS à cavités medium et haut beta au CEA Saclay - Catherine MADEC (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
10:05	GANIL-SPIRAL1 Upgrade : Status - Mickaël Dubois (GANIL)
10:25	Démarrages des cavités RF du LINAC de SPIRAL2 - Michel Lechartier (GANIL)
10:45	--- Pause ---
11:10	Session Leptons - J. L. Revol
11:10	Projet d'upgrade majeur pour SOLEIL - Alexandre Loulergue (Synchrotron SOLEIL)
11:30	Remplacement de l'anneau de stockage de l'ESRF - Benoît Roche (ESRF)
11:50	Le projet COXINEL: vers un Laser à Electrons Libres sur accélérateur laser plasma - Marie LABAT (SOLEIL)
12:10	PERLE: un projet d'ERL haute puissance à Orsay - Dr Walid Kaabi (LAL-CNRS)
12:30	--- Fin de session ---
12:45	--- Photo des participants aux journées ---
13:00	--- Déjeuner ---

Mercredi 2 octobre après-midi

14:30	Session Doctorants - L. Perrot
14:30	Etude et optimisation de la dynamique non linéaire et 6-dimensionnelle d'un faisceau d'électrons dans un anneau de stockage ayant une émittance ultra-faible - Lina Hoummi (University of Liverpool, Cockcroft Institute, UK)
14:40	Dynamic Pressure in the LHC - Influence of Ions Induced by Ionization of Residual Gas by Both the Proton Beam and the Electron Cloud - Suheyly Bilgen
14:50	Étude des effets de champ de fuite des triplets finaux sur des observables mesurées avec le faisceau - Thomas PUGNAT (CEA- Paris Saclay / Irfu / DACM)
15:00	Study of the Transverse Mode Coupling Instability in the CERN LHC - M. David Amorim (CERN/Université Grenoble-Alpes)
15:10	First Beam-Beam Long-Range compensation experiment in the CERN Large Hadron Collider - M. Axel Poyet (CERN - Université Grenoble Alpes)
15:20	Design of a multimodal Quadrupole Resonator for thin films characterization - Sarra Bira (IPNO)
15:30	Dynamique faisceau et diagnostics pour la ligne de transport à haute énergie du projet MINERVA au SCK-CEN. - Henri KRAFT (IPNO)
15:40	Recommission de la Ligne basse énergie de MYRRHA LEBT et modélisation rapide avec des réseaux de neurones - Mathieu Debongnie (ACS/LPSC)
16:00	Session Industriels - E. Guiget
16:30	Session poster (Hôtel de France) (jusqu'à 18:30)
16:30	--- Pause-café et session poster ---
18:00	--- Apéritif + posters (à l'hôtel de France) ---
19:30	--- Repas ---

Jeudi 3 octobre matin

08:30	Session Accélération plasma - N. Delerue
08:30	EuPRAXIA (A. Specka)
09:00	Modélisation numérique des accélérateurs plasma pour des machines « exascale » - Luca FEDELI (LIDYL, CEA Saclay)
09:20	Faisceaux d'électrons accélérés par interaction laser-plasma pour la radiothérapie - Dr Pierre Forestier-Colleoni (CEA-Paris Saclay / DRF-IRAMIS-LIDYL – UMR9222)
09:40	Accélération d'ions à partir de jets de gaz de haute densité - Medhi Tarisien (CENBG)
10:00	Le Groupement de Recherche Accélérateurs Plasma PompEs par Laser (GdR APPEL) - Brigitte Cros (LPGP-CNRS-Université Paris Sud)
10:10	--- Pause-café ---
10:40	Session Accélérateurs du futur - T. Thuiller
10:40	Improving the Energy Efficiency of Accelerators - Dr Mike Seidel (PSI)
11:10	Mesures de précision pour la physique nucléaire - Dr Enrique Minaya Ramirez (CNRS/IN2P3/IPNO)
11:30	Le projet MINERVA (SCK – CEN) d'un Linac supraconducteur à protons de 100 MeV et son système cryogénique - Olga Kochebina (ACS)
11:50	Statut de l'optique du futur collisionneur à hadrons FCC-hh - Dr Antoine Chancé (CEA Irfu)
12:10	Modifications apportées et futures évolutions de l'accélérateur électrostatique TANDEM du CEA de Bruyères le Châtel - Mélanie OSMOND (CEA)
12:30	--- Fin de session ---
13:00	--- Déjeuner ---

Jeudi 3 octobre après-midi

14:30	Prix Laclare - L. Nadolsky
14:30	Remise du prix Laclare
14:40	Présentation par le prix Laclare - Hélène Felice (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM/LEAS)
15:00	Session Instrumentation - B. Cros
15:00	Le Réseau Instrumentation Faisceau - Freddy Poirier (Arronax/CNRS)
15:20	Session Leptons - B. Cros
15:20	Source Radiographique du 3ème axe d'EPURE – un LIA (Linear Induction Accelerator) optimisé - Christophe Vermare (CEA/DAM)
15:50	Contrôle de l'instabilité microbunching au synchrotron SOLEIL et génération d'un rayonnement cohérent térahertz stable - Dr Eléonore Roussel (Université Lille/Laboratoire PhLAM)
16:10	--- Pause-café ---
16:40	Division Accélérateurs - L. Nadolski
16:40	Assemblée Générale de la division accélérateurs
19:30	--- Banquet --

Vendredi 4 octobre matin

08:40	Aimants - S. Chel
08:40	Activités aimants supraconducteurs : applications et technologies - Lionel QUETTIER (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
09:10	aimants Nb ₃ Sn pour FCC et HE-LHC - Clément LORIN (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
09:30	Aimants à haute température critique – intérêts et applications - Philippe FAZILLEAU (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
09:50	Ions de haute intensité - S. Chel
09:50	Innovation dans les sources d'ions : concept ALISES - Olivier TUSKE (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
10:10	--- Pause-café ---
10:30	Ions de haute intensité - S. Chel
10:30	Les sources compactes de neutrons: Accélérateurs et Cibles - Nicolas PICHOFF, Jérôme SCHWINDLING (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
11:00	Prototype d'accélérateur IFMIF / EVEDA - Nicolas BAZIN (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
11:20	Perspectives - L. Nadolski
11:20	Le rôle de l'ILO dans les Très Grandes Infrastructures de Recherche - Dr Antoine DAEL (MESRI-DGRI)
11:50	Les accélérateurs du CERN et en particulier le LHC et le projet haute luminosité - Frederick Bordry (CERN)
12:20	Officiel
12:20	Conclusions
12:30	--- Fin de session ---
13:00	--- Déjeuner ---
14:00	--- Départ ---

IV. Résumé des contributions orales

a. Mercredi 2 octobre matin

Modélisation plasma et extraction des ions de la Source H- du LINAC4 au CERN

Jacques LETTRY

CERN

Au CERN, le Linac4, un nouvel injecteur linéaire H- de 160 MeV, est en cours d'installation. Le Linac4 fait partie de l'amélioration du complexe d'accélérateurs prévue pour augmenter la luminosité du grand collisionneur de hadrons (LHC); il remplace le Linac2 qui a produit durant quatre décennies des protons de 50 MeV. Le plasma d'hydrogène de la source H- est généré dans une chambre en alumine par couplage inductif avec un solénoïde alimenté par une radiofréquence de 2 MHz. Les ion H- sont produits par dissociation d'une molécule excitée de dihydrogène associée à un électron de basse énergie ainsi que par échange de charge et réémission d'une surface de molybdène recouverte de césium et soumise au flux des composants du plasma d'hydrogène.

Les modélisations et calibrations entreprises pour décrire la formation de faisceau H- sont en cours, elles ont pour finalité l'optimisation de l'injection du faisceau H- dans l'accélérateur quadripolaire à radiofréquence opéré à 352 MHz (RFQ). Les calibrations, modèles et codes de simulations ainsi que les méthodes expérimentales de validation des modèles de simulation du couplage inductif (NINJA), de la formation (Keio-BFX et ONIX) et de l'optique de faisceau (IBSimu) sont brièvement décrites. L'amélioration de la résolution et des conditions aux limites devrait permettre, en couplant les résultats des simulations, d'obtenir une description du faisceau pouvant être directement comparée aux mesure de profil et d'emittance.

Cryomodules ESS à cavités medium et haut beta au CEA Saclay

Catherine MADEC

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

Le CEA/Irfu est en charge de fournir l'ensemble des cryomodules medium et haut beta de l'accélérateur ESS. A l'automne 2018, le premier cryomodule prototype à cavités medium béta (M-ECCTD) a été testé avec succès : les résultats de l'assemblage et des tests en puissance RF jusqu'à 1.1MW et à 2K seront détaillés. La réussite de ce test en puissance a constitué un jalon majeur pour la production des 30 cryomodules de série. Un bref état des lieux de la production des composants, de leur assemblage par l'entreprise B&S, et du test en puissance du premier cryomodule de série seront présentés.

GANIL-SPIRAL1 Upgrade : Status

Mickaël Dubois

GANIL

Auteur contact : mickael.dubois@ganil.fr

SPIRAL1 à GANIL permet la production de faisceaux radioactifs par la méthode ISOL (Isotopique Separator On Line) depuis 2001. Après la réalisation d'expériences avec des isotopes radioactifs gazeux, une évolution de l'installation a été opérée entre 2014 et 2017 pour permettre la production de nouveaux isotopes radioactifs, en particulier les éléments condensables. Pour cela, la méthode dite $1+/N+$ a été choisie. Après de lourds travaux d'infrastructure en 2015, le procédé a été installé en 2016 et testé en 2017. Les premiers faisceaux radioactifs ont été produits en 2018 et la campagne d'expériences de 2019 devra permettre la production de nouveaux faisceaux radioactifs par la méthode $1+/N+$. Le bilan de ce projet sera présenté.

Démarrages des cavités RF du LINAC de SPIRAL2

Michel Lechartier, Patrick Dolegievievz

Co-auteur : Robin Ferdinand

GANIL

Auteur contact : dolegieviez@ganil.fr, lechartier@ganil.fr,
ferdinand@ganil.fr

Dans la cadre du démarrage des cavités RF de SPIRAL2, je propose de faire un état des lieux des performances atteintes en matière de champ électrique dans les cavité RF de chaque cryomodule.

Contenu:

Une présentation succincte du projet SPIRAL2

Présentation des cryomodules du LINAC

État du système cryogénique

Présentation de la chaîne d'amplification RF

Performances obtenue en champ électrique pour chaque cavité

Planning pour la fourniture du premier faisceau

Projet d'upgrade majeur pour SOLEIL

Alexandre Louergue

Synchrotron SOLEIL

Le synchrotron SOLEIL, la source nationale de lumière synchrotron de troisième génération travaille un projet d'avant projet sommaire pour un upgrade majeur de ses installations.

Nous proposons de présenter le contexte de ce projet ambitieux et l'état d'avancement.

L'objectif est de remplacer les accélérateurs actuels pour construire un nouvel anneau de stockage avec une émittance inférieure à 100 pm.rad (réduction d'un facteur >40) et un gain de deux ordres de grandeur sur la brillance et la cohérence à une énergie de 3 keV. Ce projet est construit autour d'une maille de type MBA et nécessite de lever plusieurs verrous technologiques (injection, aimants, chambres à vide, onduleurs, extractions IR, etc.).

Remplacement de l'anneau de stockage de l'ESRF

Benoît Roche

Co-auteur : Eric Plouviez, Jean-Luc Revol

ESRF

Auteur contact : revoljl@esrf.fr, plouviez@esrf.fr, benoit.roche@esrf.fr

L'installation européenne de rayonnement synchrotron (ESRF) est actuellement engagée dans une phase de modernisation de son anneau de stockage afin d'augmenter la luminosité de ses lignes de lumière. Au moment de cette présentation (octobre 2019), les travaux d'installation devraient toucher à leur fin, et la phase de remise en service sera sur le point de commencer.

Dans cette présentation nous reviendrons sur les moments clés du chantier : le pré-assemblage des équipements, le démontage de l'ancien anneau de stockage, l'installation de l'accélérateur dans le tunnel, et la pose des câbles et des services nécessaires au fonctionnement de l'accélérateur. Nous mentionnerons aussi les quelques problèmes rencontrés (fuites des boutons BPM, difficultés pour faire réaliser certaines chambres à vide, retards de livraison), et présenterons les phases de remise en service des équipements (et plus particulièrement les diagnostics faisceau) et de démarrage du nouvel accélérateur.

Le projet COXINEL: vers un Laser à Electrons Libres sur accélérateur-laser plasma

Marie Labat

Co-auteur : Amin Ghaith, Driss Oumbarek Espinos, Eléonore Roussel, Thomas ANDRE, Alexandre Loulergue

Synchrotron SOLEIL, Université Lille/Laboratoire PhLAM, Laboratoire Optique Appliquée

Auteur contact : thomas.andre@lpsc.in2p3.fr, eleonore.roussel@univ-lille.fr, driss.oumbarek-espinos@synchrotron-soleil.fr, amin.ghaith@synchrotron-soleil.fr, alexandre.loulergue@synchrotron-soleil.fr, marie.labat@synchrotron-soleil.fr

Le projet COXINEL visait la première démonstration de faisabilité d'un Laser à Electrons Libres (LEL) sur accélérateur plasma. Les LEL sur accélérateurs conventionnels (radio-fréquence) sont aujourd'hui une référence en termes de sources de lumière de haute intensité de l'UV aux rayons X durs. L'utilisation alternative d'accélérateurs plasma pourrait permettre de compacter ces installations, généralement longues de plusieurs centaines de mètres. Mais la maîtrise de ces faisceaux en vue d'une application LEL reste un enjeu. La ligne COXINEL, conçue et développée à SOLEIL et installée sur l'accélérateur plasma du LOA depuis 2015, a permis d'avancer de plusieurs grands pas vers cette maîtrise. La mise en place d'une ligne de transport dédiée entre la source d'électrons et un onduleur, et surtout le développement de nouvelles techniques de transport ont permis dans un premier temps d'aboutir au contrôle des paramètres faisceaux dans l'onduleur. Le rayonnement synchrotron émis dans l'onduleur a ainsi pu dans un second temps être finement caractérisé jusqu'à la seconde harmonique. En parallèle, un important travail de simulation a été réalisé sur la base de divers jeux de paramètres allant de ceux issues de l'état de l'art à ceux mesurés au LOA.

Ces études numériques ont en particulier révélé qu'un phénomène d'interférences en sortie de l'onduleur pourrait permettre de diagnostiquer à la fois plusieurs paramètres du faisceau à la source,

mais également d'entièrement reconstruire l'impulsion LEL.

PERLE: un projet d'ERL haute puissance à Orsay

Walid Kaabi

LAL-CNRS

Auteur contact : kaabi@lal.in2p3.fr

PERLE est un Linac à récupération d'énergie de haute puissance, configuré en multi-tours et basé sur la technologie SRF. Il est actuellement à l'étude dans le cadre d'une collaboration internationale regroupant le CERN, JLAB, ASTeC-Daresbury, Université de Liverpool, BINP-Novosibirsk et deux laboratoires de la vallée d'Orsay: le LAL et l'IPNO.

Dans sa configuration finale, PERLE fournira un faisceau d'électrons de 500 MeV, en accélérant sur trois tours des paquets d'électrons à fort courant (20 mA) dans des structures supraconductrices à 801,6 MHz.

Cette présentation décrira la conception de cette machine, les choix techniques préconisés, le statut actuel et étapes ultérieures du projet.

b. Mercredi 2 octobre après-midi

Etude et optimisation de la dynamique non linéaire et 6-dimensionnelle d'un faisceau d'électrons dans un anneau de stockage ayant une émittance ultra-faible

Lina Hoummi

Co-auteur : Alexandre Loulergue, Carsten Peter Welsch, Javier Resta Lopez, Ryutaro Nagaoka

University of Liverpool, Cockcroft Institute, Synchrotron SOLEIL

Auteur contact : ryutaro.nagaoka@synchrotron-soleil.fr,
alexandre.loulergue@synchrotron-soleil.fr, lina.hoummi@synchrotron-soleil.fr

Plusieurs mailles à ultra-faible émittance sont en cours d'étude pour un nouvel anneau de stockage de 2,75 GeV du synchrotron SOLEIL. La maille de base est inspirée du Multi-Bend Achromat (MBA) de l'ESRF-EBS, dont la transformation $-I$ compense l'impact non linéaire des sextupôles sur la stabilité, grâce à une avance de phase fixe entre les sextupôles. En parallèle, d'autres mailles sont à l'étude, notamment une maille High-Order Achromat (HOA) : chaque période est composée de cellules identiques, dont l'avance de phase est choisie pour annuler les résonances géométriques, et les sextupôles corrigent localement la chromaticité. Des études 6-dimensionnelles sur ces mailles ont mis en évidence des oscillations transverses off-momentum intrinsèques et non linéaires, qui apparaissent dues à un allongement de la trajectoire. Les effets de la distribution inhomogène des sextupôles dans la maille $-I$ seront présentés, et comparés avec ceux de la maille HOA. Des méthodes d'analyse et de réduction de ces effets seront présentées, dont un contrôle de l'allongement de la trajectoire en utilisant les sextupôles, pour restaurer les performances on-momentum de la maille de type $-I$.

Dynamic Pressure in the LHC - Influence of Ions Induced by Ionization of Residual Gas by Both the Proton Beam and the Electron Cloud

Suheyla Bilgen

Co-auteur : Vincent Baglin, Christelle Bruni, Alexis Gamelin, Bruno Mercier, Gaël Sattonnay

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, CERN

Auteur contact : bruni@lal.in2p3.fr, mercier@lal.in2p3.fr,
gamelin@lal.in2p3.fr, sattonnay@lal.in2p3.fr, bilgen@lal.in2p3.fr

Ultra-High Vacuum is an essential requirement to reach design performances in high-energy particle colliders. For the future HL-LHC or FCC study, the understanding of the beam interactions with the vacuum chamber is fundamental to provide solutions to mitigate the pressure rises induced by electronic, photonic and ionic molecular desorption. Studies were performed on the ions, produced by molecular ionization generated by the proton beam and the electron cloud, and stimulating molecular desorption by the surface bombardment. In-situ measurements were carried out, on the LHC Vacuum Pilot Sector (VPS)* during the LHC RUN II, to monitor the dynamic pressure, and to collect the electrical signals due to the electron cloud and to the ions interacting with the vacuum chamber walls. In parallel, the ions behaviour in the VPS was simulated to determine the longitudinal and transversal velocity kicks, and the energy spectra. Computation of the dynamic pressure in the VPS was also performed.

Étude des effets de champ de fuite des triplets finaux sur des observables mesurées avec le faisceau

Thomas PUGNAT

CEA- Paris Saclay / Irfu / DACM

La physique des accélérateurs de particules, et tout particulièrement les études de stabilité des faisceaux, nécessite des techniques avancées de modélisation et de simulation. Une meilleure compréhension des effets des non-linéarités du champ magnétique aidera grandement à améliorer la conception et la performance des futurs collisionneurs. Une nouvelle méthode de suivi a été proposée pour étudier l'effet de la dépendance longitudinale des harmoniques sur la dynamique du faisceau. Dans cette étude, nous nous concentrerons sur leurs effets sur des quantités observables mesurées avec le faisceau pour le cas des triplets finaux de HL-LHC.

Study of the Transverse Mode Coupling Instability in the CERN LHC

David Amorim

Co-auteur : Sergey Antipov, Xavier Buffat, Elias Métral, Nicolas Mounet, Benoît Salvant, Nicolò Biancacci

Université Grenoble-Alpes, CERN

Auteur contact : elias.metral@cern.ch, nicolo.biancacci@cern.ch, david.amorim@cern.ch

A fast single bunch instability can occur when two transverse oscillation modes couple at high bunch intensity. In the Large Hadron Collider (LHC), simulations using the impedance model predict an instability threshold at 3×10^{11} protons per bunch. In the framework of the High-Luminosity upgrade of the accelerator (HL-LHC), the individual bunch intensity would be close to this threshold, and therefore, to prevent coherent beam instabilities, an impedance reduction is foreseen.

In order to quantify the present LHC TMCI threshold and the beneficial effect of the impedance reduction, the current machine TMCI threshold was inferred from beam based measurement and compared to simulations. The HL-LHC reduced impedance was also emulated relaxing the LHC machine collimators settings and the increase in TMCI threshold was confirmed.

These measurements, associated with others using various methods during the 2015-2018 period, allowed assessing the accuracy of the present LHC impedance and stability model.

First Beam-Beam Long-Range compensation experiment in the CERN Large Hadron Collider

Axel Poyet

Co-auteur : Adriana Rossi, Guido Sterbini, Kyriacos Skoufaris, Nikolaos Karastathis, Stéphane Fartoukh, Yannis Papaphilippou

Université Grenoble-Alpes, CERN

Auteur contact : yannis@cern.ch, nikolaos.karastathis@cern.ch,
kyriacos.skoufaris@cern.ch, adriana.rossi@cern.ch,
stephane.fartoukh@cern.ch, axel.poyet@cern.ch, guido.sterbini@cern.ch

In a collider such as the Large Hadron Collider or its high luminosity upgrade, the two counter-rotating beams share the same vacuum chamber around the Interaction Point. In this region, they interact electromagnetically either at the interaction point (Head-On Beam-Beam interactions) or with a longitudinal offset with respect to it (Long-range Beam-Beam interactions). The latter spoils the beam lifetime, adding extra losses from parasitic collisions or resonances excitations. One proposed solution for the future high energy colliders like the High-Luminosity LHC is to compensate this effect using DC wires that produce similar kicks as the BBLR interactions. This device is currently considered as an option for the HL-LHC. Prototypes have therefore been built, installed and tested in the LHC in 2017 and 2018 and, for the first time at CERN, a beam-beam compensation was observed. This contribution presents the experimental results obtained in the measurement campaign during the last two years.

Design of a multimodal Quadrupole Resonator for thin films characterization

Sarra Bira

IPNO/IN2P3/CNRS

Auteur contact : birasarra@ipno.in2p3.fr

Nowadays, most of superconducting cavities are made of bulk Niobium. The high quality of today's surface processes allows us to reach accelerating gradient very close to Niobium limit. New materials such as Nb₃Sn, NbN and MgB₂, showing higher critical temperature and magnetic field must be investigated to improve acceleration capabilities. As these materials could only be used as thin films, the tuning and optimization of the deposition processes require to be performed on small and flat samples. In that sense, it is necessary to perform cryogenic RF tests directly on these flat samples. These tests have to be realized with high resolution measurements of surface resistance in a large range of magnetic field and operating temperature. In order to perform these measurements, a quadrupole resonator has been designed at the Institute of Nuclear Physics of Orsay, France. It is based on the quadrupole resonator developed at CERN. However, it allows to characterize smaller disks of 20 mm in diameter. Regarding the size of the sample, the resonator has been tuned to operate at 1.3 GHz. Higher harmonics such as 2.6 GHz and 3.9 GHz can also be excited.

Dynamique faisceau et diagnostics pour la ligne de transport à haute énergie du projet MINERVA au SCK-CEN.

Henri Kraft

Institut de Physique Nucléaire d'Orsay

Auteur contact : kraft@ipno.in2p3.fr

MYRRHA sera une infrastructure de recherche abritant le premier prototype de réacteur nucléaire sous-critique contrôlé par un accélérateur de particules à 600 MeV. Ce projet prévoit d'étudier la transmutation de déchets nucléaires à longue vie. Une première phase consiste à valider la fiabilité d'un LINAC proton à 100 MeV/4mA transportant le faisceau jusqu'à une installation ISOL, préfigurant le réel démonstrateur MYRRHA à 600 MeV. Ce projet est nommé MINERVA. Ce papier présente le statut des études de dynamique faisceau pour la ligne de transport à haute énergie à 100 MeV. En accord avec les besoins du projet, nous décrivons les spécifications des lignes pour lesquelles il est nécessaire d'implémenter un système d'aimant rapide kicker-septum. Ce système permettra de séparer le faisceau entre 2 lignes principales : vers l'arrêt faisceau ou vers l'installation ISOL. Nous décrivons également les études menées sur le détecteur de position de faisceau (BPM) sélectionné pour MYRRHA. Une part de ce travail a été inclus dans le projet européen MYRTE.

Recommission de la Ligne basse énergie de MYRRHA LEBT et modélisation rapide avec des réseaux de neurones

Mathieu Debongnie

ACS/LPSC

Auteur contact : mathieu.debongnie@lpsc.in2p3.fr

L'installation MYRRHA nécessite un accélérateur capable de fournir un courant de proton maximum de 4 mA à 600 MeV in opération continue. Mené par le SCK-CEN et supporté par le gouvernement belge, la phase I (MINERVA) du projet consiste en la construction de la première partie de l'accélérateur, jusqu'à 100 MeV. La Ligne Basse Energie (LBE) du linac à récemment été remontée à l'Université catholique de Louvain à Louvain-la-Neuve, Belgique, après son transport depuis le Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie à Grenoble, France. Le rôle de la LBE est d'extraire le faisceau de proton depuis une source d'ion et de le façonner afin de garantir une bonne injection dans le Quadrupôle Radio-Fréquence, le premier élément accélérateur et buncher de l'injecteur de MYRRHA.

La recommission de la LBE sera exposée. Ensuite, l'entraînement d'un modèle rapide de la LBE basé sur les réseaux de neurones artificiels et l'apprentissage automatique sera discutée. Finalement, l'entraînement d'un potentiel réseau de neurones servant de « contrôleur en ligne » basé sur le modèle susmentionné sera examiné.

c. Jeudi 3 octobre matin

EuPRAXIA

Arnd Specka

LLR

Auteur contact :

En attente

Modélisation numérique des accélérateurs plasma pour des machines « exascale »

Luca FEDELI

LIDYL, CEA Saclay

Auteur contact : luca.fedeli@cea.fr

Nous exposons nos derniers développements qui visent à élaborer des algorithmes prédictifs et performants dans le but d'optimiser les accélérateurs plasma de demain en un temps réaliste grâce aux futurs calculateurs exascale.

Les codes Particle-In-Cell(PIC) sont parmi les plus utilisés pour modéliser ces scénarios. Ils résolvent les équations de Maxwell sur une grille et ils utilisent des macro-particules pour représenter le comportement cinétique du plasma.

Ici, nous introduisons certains des défis majeurs liés à une modélisation numérique de haute fidélité des futurs accélérateurs plasma, qui demande une énorme puissance de calcul. Nous montrons que le développement de nouveaux algorithmes permet, dans certain cas, de réduire significativement le temps requis par ces simulations. Nous évoquons aussi la nécessité d'adapter ces algorithmes aux architectures hétérogènes des superordinateurs modernes.

Nous présenterons en détail les derniers développements réalisés dans la librairie exascale PICSAR, le code PIC exascale WarpX et sur la parallélisation à très large échelle de nouveaux solveurs de Maxwell pseudo-spectraux requis pour une modélisation réaliste de ces accélérateurs.

Faisceaux d'électrons accélérés par interaction laser-plasma pour la radiothérapie

Pierre Forestier-Colleoni

CEA-Paris Saclay / DRF-IRAMIS-LIDYL – UMR9222

Auteur contact : pierre.forestier-colleoni@cea.fr

Un défi majeur dans le traitement par radiothérapie du cancer réside dans l'amélioration du rapport entre la mortalité induite des cellules cancéreuses et saines. Des expériences récentes d'irradiations FLASH indiquent que ce rapport peut être augmenté en réduisant la durée des expositions, à l'aide de sources délivrant des débits de dose plus élevés que les sources de rayonnement X conventionnelles. Les lasers de haute intensité sont aujourd'hui capables de générer des impulsions de particules aussi brèves que la femtoseconde avec des débits de dose associés extrêmes, de l'ordre de 10^{14} Gy/s, et dans la gamme d'énergie d'intérêt pour les radiothérapies. Candidates potentielles à une utilisation clinique, ces nouvelles sources de particules sont dès aujourd'hui envisagées pour des études amont de chimie sous rayonnement et de radiobiologie.

Dans le but d'explorer l'efficacité relative du débit de dose d'un point de vue biologique (RBE) nous développons des nouveaux outils de mesures physico-chimiques de la dose absolue qui soient indépendants du débit de dose. Et, si la dosimétrie des sources conventionnelles est maîtrisée, il n'existe pas encore de techniques de référence pour les sources à débit de dose extrême. Ces études sont notamment menées dans le cadre de l'IRS NanoTheRad de l'Univ. Paris-Saclay.

Accélération d'ions à partir de jets de gaz de haute densité

Medhi Tarisien

CENBG

Auteur contact : tarisien@cenbg.in2p3.fr

En l'espace de quinze ans des progrès considérables ont été accomplis dans le domaine de l'accélération d'ions par laser dont les applications vont de la physique nucléaire à l'astrophysique en passant par la médecine.

Les caractéristiques des paquets d'ions ainsi accélérés sont liées à celles de l'interaction laser-matière. Ces paquets d'ions sont ultra intenses (quelques 10^{12} ions), très compacts (quelques $10\mu\text{m}$ à la source) et très brefs (quelques 100 ps), ce qui crée des intensités crête de quelques kA de protons. Les distributions en énergie de ces paquets sont continues et peuvent atteindre quelques dizaines de MeV. Habituellement les ions sont accélérés à partir de cibles solides mettant en jeu le mécanisme appelé

Le Target Normal Sheath Acceleration (TNSA) est un processus robuste et bien connu mais incompatible avec la nouvelle génération de lasers capables de tirer des impulsions PW toutes les secondes. La collaboration travaille sur l'accélération d'ions à partir de cibles gazeuses denses. Les prédictions montrent qu'un nouveau processus y serait favorisé, le Collisionless Shockwave Acceleration (CSA) qui produirait des paquets d'ions aussi intenses que le TNSA mais plus collimatés et avec un spectre en énergie plus défini. Les résultats expérimentaux sont encore rares, car la production du jet de gaz surcritique (10^{21} molécules/cm³) sortant d'une buse submillimétrique sous une pression de 1 kbar n'est pas facile.

Nos premières expériences dans le domaine ont été effectuées lors d'une campagne en 2018 sur l'installation laser de haute intensité PICO2000 au LULI à l'École Polytechnique de Palaiseau. Nous avons réussi à y accélérer des protons jusqu'à plusieurs MeV avec un jet de gaz de haute densité de H₂ ainsi que des alphas à partir d'un jet d'hélium. Les résultats expérimentaux seront présentés ainsi que leurs comparaisons aux simulations 2D PIC (Particle In Cell).

Le Groupement de Recherche Accélérateurs Plasma Pompés par Laser (GdR APPEL)

Brigitte Cros

Co-auteur : Nicolas Delerue

LPGP, LAL, CNRS Université Paris-Sud

Auteur contact : delerue@lal.in2p3.fr, brigitte.cros@u-psud.fr

Le GdR APPEL (unité CNRS GdR 2040) a été créé en février 2019 pour une durée de 5 ans. Il regroupe à ce jour une vingtaine d'équipes issus de laboratoires français.

Ses missions sont:

- de promouvoir au niveau français les échanges et la collaboration entre les équipes de recherche impliquées dans le domaine de l'accélération de leptons et de hadrons par laser dans un plasma;
- d'identifier, sur la base des installations françaises existantes et des résultats d'expériences actuels, les activités de recherches et développements nécessaires pour démontrer la faisabilité d'un accélérateur laser plasma capable de fournir des faisceaux à des utilisateurs de façon performante et fiable ;
- de développer, en considérant les activités chez les partenaires internationaux, une feuille de route nationale pour la décennie à venir pour mener à bien cette démonstration.

La structure et les actions du GdR APPEL seront brièvement présentées; pour plus d'informations voir <http://gdr-appel.fr/>

Improving the Energy Efficiency of Accelerators

Mike Seidel

PSI, Switzerland

Auteur contact : delerue@lal.in2p3.fr, brigitte.cros@u-psud.fr

Modern accelerator driven research facilities reach outstanding performance, but often in coincidence with high energy consumption. On the other hand scarcity of resources and the CO₂ problem give rise to new approaches for energy production, and in all strategies energy efficiency plays an important role. For the public acceptance of large particle accelerator projects, for example the pro- posed future particle collider facilities, it is thus important to optimize them for best utilization of electrical energy. Within the European accelerator development programs ARIES and EUCARD-2 we organised networking activities, aiming at developing energy efficient technologies for accelerators. This presentation will cover the typical power flow in accelerator facilities, the quantification of efficiency and a number of R&D examples for efficient accelerator systems. This includes magnets, RF power sources, superconducting cavities, heat recovery and energy management.

Mesures de précision pour la physique nucléaire

Enrique Minaya Ramirez

CNRS / IN2P3 / IPNO

Auteur contact : minaya@ipno.in2p3.fr

L'accélération des particules chargées stables est le point de départ pour la création de faisceaux d'ions radioactifs. Leur efficacité de production est étroitement liée à la combinaison entre un type de particules accélérées à une énergie donnée et une cible avec des caractéristiques géométriques et des matériaux optimisés. Après la production des faisceaux radioactifs, des étapes sont encore nécessaires pour effectuer des mesures de précision. Tout d'abord, il faut transporter et préparer les faisceaux radioactifs aux émittances et énergie souhaitées. L'étape finale consiste à manipuler les faisceaux radioactifs pour mesurer une observable physique avec une grande précision. Cette étape requiert des faisceaux non pulsés et la capacité de stocker ces ions pendant des durées suffisamment longues et de les trier pour sélectionner l'ion d'intérêt. En physique nucléaire, la masse, le spin, la probabilité de transition ou encore la multipolarité sont des observables dont des mesures avec une grande précision sont essentielles. Les différentes étapes et instruments pour les mesures de précision en France et à l'étranger seront présentées.

Le projet MINERVA (SCK – CEN) d'un Linac supraconducteur à protons de 100 MeV et son système cryogénique

Olga Kochebina

ACS

Auteur contact : olga.kochebina@acsfrance.com

La construction de la première phase du projet MYRRHA (MINERVA: Linac à protons de 100 MeV-4 mA CW) proposé par le SCK-CEN, a récemment été décidée par le gouvernement belge. À long terme, le projet MYRRHA prévoit de construire un démonstrateur de système piloté par accélérateur (ADS) pour la transmutation des déchets nucléaires à vie longue. Il comprendra un réacteur sous-critique d'une puissance thermique de 100 MW et un accélérateur linéaire de protons (600 MeV-4mA CW). Le principal défi de ce Linac est une fiabilité extrêmement élevée pour limiter les chocs thermiques dans la structure du réacteur et les longs périodes de redémarrage. Le Linac MINERVA intégrera 30 cryomodules contenant 60 cavités supraconductrices du type Spoke. Dans la phase actuelle de R&D, un prototype de cryomodule et de sa boîte à vannes sont développés à l'institut IPNO, avec la participation d'ACS. Les cavités fonctionnent à 352 MHz dans un bain d'hélium superfluide à 2K. Cet article présente un aperçu général du Linac SC MINERVA et de ses composants, en particulier les propositions d'implantation des bâtiments du Linac, des cryomodules, de la distribution cryogénique et du système de réfrigération.

Statut de l'optique du futur collisionneur à hadrons FCC-hh

Antoine Chancé, Barbara Dalena, David Boutin

CEA IRFU

Auteur contact : barbara.dalena@cea.fr, antoine.chance@cea.fr,
david.boutin@cea.fr

Suivant les recommandations de la stratégie européenne pour la physique des hautes énergies, le CERN a lancé une étude pour un possible futur collisionneur circulaire, FCC, afin de vérifier sa faisabilité et d'évaluer ses performances pour la physique des hautes énergies. L'étude couvre trois options : un collisionneur proton-proton, un collisionneur circulaire e-/e+ et un scénario pour des collisions électron-proton pour étudier la diffusion inélastique.

Depuis, un rapport conceptuel (CDR) a été rédigé pour chacune des 3 options. Nous décrivons les défis et les solutions apportées pour l'intégration de l'optique du futur collisionneur hadron-hadron (FCC-hh). Le synoptique de référence suit une géométrie quasi-circulaire avec 4 arcs longs de 16 km, 4 arcs courts de 3.4 km et 8 sections droites, dont quatre seront pour des points d'interaction (deux seront des bas-beta). Se basant sur les champs magnétiques attendus pour des aimants en Nb3Sn (16 T), la dernière version de la géométrie de l'anneau et son design optique seront présentés. Les schémas de correction ainsi que l'ouverture dynamique obtenue seront présentés.

Modifications apportées et futures évolutions de l'accélérateur électrostatique TANDEM du CEA de Bruyères le Châtel

Cyril Varignon, Mélanie Osmond

CEA

Auteur contact : melanie.osmond@cea.fr, cyril.varignon@cea.fr

Le CEA Bruyères le Châtel dispose depuis les années 60 d'un accélérateur électrostatique Van de Graaff TANDEM, modèle EN 6 MV fourni par HVE, modifié par la suite en 7 MV. Ce dernier a subi une jouvence en 2014 en remplaçant la courroie permettant la montée en tension des charges au niveau du terminal par un système de chaîne Pelletron fourni par la société NEC. Par ailleurs, un développement important a été réalisé pour automatiser le pilotage de l'accélérateur en créant un contrôle commande sous l'application PANORAMA E2 V6 et en installant un automate centralisateur connectant tous les équipements par le biais de cartes d'interfaces.

La source utilisée actuellement permet de fournir des faisceaux de protons ou de deutons afin de réaliser des expériences de physique nucléaire. Cette source va être remplacée d'ici 2020 par 2 autres sources de type SNICS et TORVIS (NEC) permettant de fournir des faisceaux de proton, deuton, hélium et des ions lourds allant jusqu'à l'or. L'installation dispose actuellement d'une seule ligne de faisceau utilisée pour la production de neutrons rapides ou pour fournir directement un faisceau d'ions. Elle va être modifiée en créant une deuxième ligne de faisceau qui sera dédiée à la production de neutrons thermiques. L'ensemble du contrôle commande va alors être revu afin d'intégrer cette nouvelle ligne.

Cet exposé consiste donc à présenter : les évolutions apportées en 2014 avec le passage d'une courroie à un système de chaîne pelletron et la création d'un contrôle commande, les performances obtenues en terme de courant sur cible avec la source IBA actuelle, et les futures évolutions de l'accélérateur concernant les nouvelles sources d'ions et la création d'une nouvelle ligne de faisceau.

d. Jeudi 3 octobre après-midi

Le Réseau Instrumentation Faisceau

Freddy Poirier

ARRONAX / CNRS

Auteur contact : poirier@arronax-nantes.fr

Le développement des diagnostics faisceaux accompagne la nécessité de mesurer les paramètres faisceaux des accélérateurs dans les différentes phases de fonctionnement de ceux-ci. Ainsi les activités liées à l'instrumentation faisceau regroupent les techniques dédiées aux mesures de faisceaux notamment mesures d'intensités, transverses, longitudinales, temporelle, d'énergie, d'émittance, de pertes de particules et dans les différentes composantes essentielles de compétences des personnels associés aux diagnostics. Un réseau instrumentation faisceau, a vu le jour en 2018 à l'IN2P3 avec une première réunion annuelle en 2019. Il se donne comme mission première de favoriser l'échange d'information et le partage de compétences au sein de la communauté des physiciens, ingénieurs et techniciens sur l'instrumentation. Aujourd'hui, le réseau met en commun une dizaine de laboratoires et se veut réunir les acteurs du domaine en France. Une présentation succincte du réseau est proposée.

Source Radiographique du 3ème axe d'EPURE – un LIA (Linear Induction Accelerator) optimisé

Christophe Vermare

CEA / DAM

L'installation EPURE opérationnelle depuis 2014 sur le site du CEA/VALDUC exploite un accélérateur à induction (ex-AIRIX) adapté aux exigences de la radiographie éclair. Au cours de la phase 2 du projet réalisée dans le cadre du programme Franco-Britanniques TEUTATES, deux sources supplémentaires de radiographie vont être déployées d'ici 2022. Ainsi, les objets à étudier pourront être radiographiés selon trois axes, à des instants sélectionnés indépendamment.

La source du 3ème axe radiographique est basée sur un accélérateur à induction (20MeV, 2kA, mono- coup 60ns) similaire à celle du 1e axe, ce système est en cours d'approvisionnement. Il bénéficie d'optimisations issues du retour d'expériences acquis depuis la mise en service d'AIRIX en 2000 (sur le site du Polygone d'Expérimentations de Moronvilliers) ainsi qu'évolutions provenant d'avancées scientifiques et technologiques récentes.

Cet exposé propose un rappel sur la technologie d'accélération à induction et les performances visées pour la radiographie éclair. Il décrit la stratégie d'approvisionnement, d'installation et de mise en service de ce nouvel accélérateur.

Contrôle de l'instabilité microbunching au synchrotron SOLEIL et génération d'un rayonnement cohérent térahertz stable

Clément Evain, Christophe Szwaj, Eléonore Roussel, Jean Rodriguez, Marc Le Parquier, Marie-Agnès Tordeux, Fernand Ribeiro, Marie Labat, Nicolas Hubert, Jean-Blaise Brubach, Pascale Roy, Serge Bielawski

Université Lille/Laboratoire PhLAM, Synchrotron SOLEIL

Auteur contact : marc.le-parquier@univ-lille.fr, eleonore.roussel@univ-lille.fr, jean.rodriguez@univ-lille.fr, nicolas.hubert@synchrotron-soleil.fr, jean-blaise.brubach@synchrotron-soleil.fr, serge.bielawski@univ-lille1.fr, fernand.ribeiro@synchrotron-soleil.fr, marie-agnes.tordeux@synchrotron-soleil.fr, pascale.roy@synchrotron-soleil.fr, christophe.szwaj@univ-lille.fr, marie.labat@synchrotron-soleil.fr, clement.evain@univ-lille.fr

Les paquets d'électrons relativistes à l'origine du rayonnement synchrotron sont des milieux complexes, dans lesquels des structures spatiales apparaissent spontanément dès que le nombre d'électrons stockés dans un paquet est trop important. Ces structures permettent aux électrons d'émettre en phase un rayonnement cohérent très intense dans le domaine térahertz. Néanmoins, comme dans la grande majorité des cas, ces structures apparaissent et se propagent de manière très irrégulière, ce rayonnement est en pratique inutilisable. Une collaboration entre le synchrotron SOLEIL et le laboratoire PhLAM a permis de démontrer la faisabilité de stabiliser un état du système où les structures sont régulières, permettant ainsi l'émission d'un rayonnement térahertz quasi-constant [1]. Cette stabilisation, basée sur les méthodes de contrôle du chaos, est un premier pas vers une nouvelle source de térahertz intense pour utilisateurs.

[1] "Stable coherent terahertz synchrotron radiation from controlled relativistic electron bunches", C. Evain, C. Szwaj, E. Roussel, J. Rodriguez, M. Le Parquier, M.-A. Tordeux, F. Ribeiro, M. Labat, N. Hubert, J.-B. Brubach, P. Roy, S. Bielawski, Nature Physics (avril 2019)

e. Vendredi 5 octobre matin

Activités aimants supraconducteurs : applications et technologies

Lionel Quettier

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

Cette présentation décrira les principales applications des aimants supraconducteurs, détaillera les axes de R&D sur la mise en œuvre des matériaux supraconducteurs au CEA Saclay, et illustrera ce domaine d'activité à travers quelques exemples de projets emblématiques (aimant IRM Iseult 11.7T, bobine hybride LNCMI...).

Aimants Nb3Sn pour FCC et HE-LHC

Clément Lorin

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

La stratégie européenne pour la physique des particules de 2006 a été mise à jour pour la première fois en 2013 et stipule « qu'afin de rester à la pointe en physique des particules, l'Europe a besoin d'être en position de proposer un projet d'accélérateur ambitieux au CERN succédant au LHC [...]. Le CERN doit entreprendre des études conceptuelles d'accélérateurs dans un contexte global [...]. Ces études doivent être jumelées à un programme de R&D dynamique sur les technologies dédiées aux accélérateurs, incluant les aimants haut-champ [...], en collaboration avec des instituts, des laboratoires et des universités du monde entier ». La présentation décrira l'organisation de cette R&D pour les aimants d'accélérateur haut-champ au niveau mondial et l'état de leur avancement actuel respectif dans le cadre des projets FCC-hh et HE-LHC.

Aimants à haute température critique – intérêts et applications

Philippe Fazilleau

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

L'intérêt pour les supraconducteurs à haute température critique ne cesse de croître et touche désormais de nombreux domaines de recherche (médical, fusion, défense, physique des particules...). Nous verrons pourquoi ces matériaux nous sont utiles pour les applications à fort champ magnétique et présenterons quelques aimants HTS récemment réalisés et testés au CEA/IRFU/DACM.

Innovation dans les sources d'ions : concept ALISES

Olivier Tuske

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

Depuis les années 90, le CEA a développé des sources ECR fort courant d'ions légers destinées à plusieurs projets d'accélérateurs. La source SILHI a été la première source délivrant un faisceau de 100 mA de protons à une énergie de 95 keV, en mode continu ou pulsé, et est actuellement installée sur l'accélérateur IPHI à Saclay. D'autres sources ont ensuite équipé SPIRAL 2 (H+,D+), FAIR (H+) ou IFMIF (D+). Parallèlement, depuis 2009, un programme de R&D, ALISES, a été lancé pour améliorer de type de source, à la fois pour aller vers des sources plus compactes ne nécessitant plus de plateforme HT, et également pour améliorer la conception et la maintenance. Un premier prototype, ALISES II, a déjà produit 45 mA de protons en continu à 40 kV. La source ALISES III qui bénéficie de plusieurs améliorations de la version II est actuellement installée sur un banc de caractérisation à 50 kV. Nous retraçons ici l'évolution des sources à Saclay depuis 1995 et leurs performances.

Les sources compactes de neutrons: Accélérateurs et Cibles

Jérôme Schwindling, Nicolas Pichoff

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

Le projet SONATE est un projet français de source compacte de neutrons basée sur un accélérateur, destiné à remplacer une partie des activités menées actuellement à Saclay auprès du réacteur de recherche Orphée. Cet exposé présentera le projet SONATE dans le contexte des sources compactes de neutrons ainsi que la R&D menée actuellement à Saclay auprès de l'accélérateur IPHI sur la cible de production de neutrons et le modérateur.

Prototype d'accélérateur IFMIF / EVEDA

Nicolas Bazin

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

L'accélérateur prototype IFMIF/EVEDA est en cours d'installation à Rokkasho, Japon. Cet accélérateur de haute intensité est optimisé pour accélérer jusqu'à 9 MeV à travers les structures supraconductrices du SRF-Linac des faisceaux de deutons de 125 mA ayant subi un groupement et une accélération jusqu'à 5 MeV à travers un RFQ.

La présentation fera un point rapide sur l'installation à Rokkasho, détaillera l'avancement du linac supraconducteur incluant les tests de qualification sur les composants individuels (cavités, coupleurs, et mailles accélératrices en cryostat horizontal), et présentera les perspectives en particulier le futur irradiateur de matériau IFMIF / DONES.

Le rôle de l'ILO dans les Très Grandes Infrastructures de Recherche

Antoine Daël

MESRI-DGRI

La France par l'intermédiaire de la DGRI du MESRI est partie prenante dans plus de quinze « Très Grandes infrastructures de Recherche » internationales. La plupart de ces TGIR ont créé un réseau d' « Industrial Liaison Officers » qui représentent leur pays dans les instances d'achats industriels. Leur fonction principale est d'identifier et de proposer des entreprises compétentes pour réaliser les fournitures d'équipements et assurer ainsi le retour industriel vers leur pays. Membre officiel des délégations, l'ILO doit se préoccuper des intérêts des firmes nationales mais également travailler dans l'intérêt des TGIR.

L'auteur qui exerce cette fonction auprès du CERN depuis 2014 et l'a également exercée de 2013 à 2018 auprès d'ESS présentera l'organisation mise en place dans les différents pays européens et la situation en France. Il soulignera l'importance des liens entre les laboratoires et les partenaires industriels.

Les accélérateurs du CERN et en particulier le LHC et le projet haute luminosité

Frédéric Bordry

CERN

Une courte présentation du complexe d'accélérateurs du CERN sera faite montrant la diversité de la physique non-collisionneur. Le LHC sera présenté de sa conception à son opération (Run 1 et Run 2). Le futur à court terme et moyen terme du LHC sera discuté : Run 3 et projet Haute Luminosité (HL-LHC). Enfin les études pour le post-LHC accélérateur (CLIC et FCC) seront mentionnées.

V. Résumé des contributions posters

Session poster (Hôtel de France)	
1	Application de la fabrication additive métallique dans le domaine des accélérateurs : compatibilité ultra-haut vide et propriétés de l'acier 316L - Gael Sattonnay (LAL)
2	Bilan et perspectives sur la source d'ions 60 GHz du LPSC - Thomas ANDRE (LPSC-CNRS)
3	Conditionnement des premiers coupleurs de série pour les cavités elliptiques ESS - Pierre Bosland (CEA Saclay)
4	Cryomodules à cavités ½ ondes pour le projet SARAF - Thomas Plaisant (CEA Paris Saclay / IRFU / DAM)
5	Démarrage de ThomX - Hugues Monard (CNRS/IN2P3/LAL)
6	Développement d'un profileur transparent à électrons secondaires pour faisceaux de particules chargées - Marc Verderi (LLR)
7	Etat des lieux de la contribution du CEA à la construction de l'accélérateur ESS - Christophe Mayri (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
8	L'ESRF de 1988 à 2018, 30 ANS d'innovation et d'exploitation - Jean-Luc Revol, Benoît Roche, Eric Plouviez (ESRF)
9	RFQ ESS, de la réalisation aux réglages - Pierrick Hamel (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM)
10	Se former dans le domaine des accélérateurs de particules en Europe - Philippe Lebrun (CERN)
11	SPIRAL2 MEBT COMMISSIONING - Angie Ordùz (GANIL)
12	Topological optimisation for accelerators R&D - Hui Min Gassot (IPNO)
13	Vibrations mitigation methods to optimize colliders performance - Maurizio SERLUCA (LAPP/IN2P3/CNRS)
14	Beam dynamics studies for the definition of the MEBT-3 beam line section (MYRRHA) - Emil TRAYKOV (IPHC)
15	Caractérisation et réglage d'une chicane magnétique. - Thibaut MUTIN (Synchrotron SOLEIL)
16	Dimensionnement des systèmes de vide de l'accélérateur MYRRHA 100 MeV - Solenne REY (LPSC)
17	IPAC20 - Dr Frédéric CHAUTARD (CNRS/IN2P3/GANIL)
18	Mesure de remplissage avec BPM à SOLEIL - Moussa El Ajjouri (SOLEIL)
19	Nouveau Moniteur de Pertes à SOLEIL - Moussa El Ajjouri (SOLEIL)
20	Optimisation des simulations d'un canon thermoïonique 90 keV - M. Dimitri Girard (THALES)
21	Opération de l'accélérateur GENEPI-3C pour la maquette d'ADS GUINEVERE dans ses différents modes de faisceau - Etienne LABUSSIÈRE (LPSC)
22	Simulation en temps réel du transport d'un faisceau d'électron dans un accélérateur - M. Alexandre Moutardier (CEA)
23	Etudes mécaniques d'un aimant quadripolaire NbTi pour l'augmentation de la luminosité du LHC - Randy Ollier (CEA Paris Saclay/IRFU/DACM/ LEAS)
24	Institut Curie – Centre de Protonthérapie : Activités et Perspectives - Samuel Meyroneinc (Institut Curie)

Application de la fabrication additive métallique dans le domaine des accélérateurs : compatibilité ultra-haut vide et propriétés de l'acier 316L

Gael Sattonnay, Stéphane Jenzer, Julien Bonis, Frederic Letellier, Bruno Mercier, Eric Mistretta, Suheyyla Bilgen, Alexandre Gonnin

CNRS/IN2P3/LAL

Auteur contact : gonnin@lal.in2p3.fr, mercier@lal.in2p3.fr, sattonnay@lal.in2p3.fr, jenzer@lal.in2p3.fr, bilgen@lal.in2p3.fr, mistrett@lal.in2p3.fr, bonis@lal.in2p3.fr, frederic.letellier@lal.in2p3.fr

Récemment, la fabrication additive métallique 3D (FAM) a révolutionné la construction mécanique en permettant la production rapide de composants mécaniques de formes complexes. La FAM par fusion sélective au laser (SLM) est un processus avancé de fabrication qui utilise des lasers pour fondre les poudres métalliques, couche par couche, afin de produire les composants 3D finaux. Cette technologie pourrait également être utilisée pour fabriquer des composants UHV (Ultra High Vacuum). Néanmoins, les paramètres de fabrication mis en jeu conduisent à des cycles thermiques complexes, qui produisent des microstructures hétérogènes et anisotropes. Les propriétés des composants FAM qui résultent de cette technique peuvent ainsi être différentes des alliages traditionnels. Pour être utilisé dans les lignes de faisceau des accélérateurs de particule, la compatibilité UHV des composants FAM doit donc être testée, et des facteurs fondamentaux tels que le rendement d'émission d'électrons secondaires (SEY) du matériau, doivent être mesurés. Par conséquent, nous avons étudié dans ce travail la reproductibilité des propriétés de l'acier inoxydable FAM 316L pour différents échantillons fournis par plusieurs fabricants avec le même processus SLM : la microstructure et les propriétés mécaniques ont été caractérisés. Les taux de dégazage des tubes à vide non étuvés et étuvés ont été mesurés et le SEY a été déterminé pour des échantillons non étuvés mais avec une rugosité de surface différente. Dans tous les cas, les résultats ont été comparés à ceux obtenus avec un acier inoxydable 316L classique.

Bilan et perspectives sur la source d'ions 60 GHz du LPSC

Thomas André

Co-auteur : Thomas Thuillier, Julien Angot, Patrick Sole, Josua Jacob, Maud Baylac

CNRS/IN2P3/LPSC

Auteur contact : julien.angot@lpsc.in2p3.fr, thomas.andre@lpsc.in2p3.fr, thomas.thuillier@lpsc.in2p3.fr

Les sources d'ions ECR présentent la capacité d'augmenter le courant extrait de manière proportionnelle à la fréquence de chauffage au carré.

La source d'ions ECR de recherche, appelée SEISM, opérant en mode pulsé à 60 GHz est présentée. Cette source d'ions utilise un cusp magnétique (constitué de deux bobines en oppositions) pour confiner le plasma. Cette géométrie magnétique simple a été choisie pour permettre l'utilisation des bobines axiales de type polyhélices développée au LNCMI pour générer le confinement magnétique. La structure de champ magnétique conçue et construite présente une surface de zone ECR fermée de 2,1 T, adaptée au fonctionnement avec le gyrotron de 60 GHz, capable de délivrer des impulsions micro-ondes de 1 ms de 300 kW de puissance.

Les précédentes expériences effectuées au LNCMI ont démontré avec succès l'établissement du champ magnétique nominal et l'extraction de faisceaux d'ions ayant une densité de courant allant jusqu'à $\sim 1 \text{ A/cm}^2$. La présence de pic « d'afterglow » a aussi été observée, et il a démontré pour la première fois l'existence d'un confinement d'ions avancé dans une source d'ions ECR.

Nous présentons ici les futures expériences qui seront menées et les perspectives de développement d'une nouvelle source d'ions capable de produire de fortes intensités d'ions multichargés.

Conditionnement des premiers coupleurs de série pour les cavités elliptiques ESS

Pierre Bosland, Christian Arcambal

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

Dans le cadre du projet ESS, le CEA Saclay est en charge de fournir 120 coupleurs de puissance pour injecter la RF dans les 36 cavités elliptiques médium beta et 84 haut beta (704 MHz, 1.1 MW de puissance crête, taux de répétition 14 Hz et 3.6 ms de largeur d'impulsion). 10 coupleurs prototype ont été fabriqués pour valider le design et les performances, et la production de série a débuté pour le marché des 120 coupleurs. 6 coupleurs de pré-série ont été conditionnés à ce jour avec succès, ce qui a permis de lever la production des 30 coupleurs médium beta restants.

Nous présenterons brièvement l'architecture des coupleurs, les étapes principales de leur fabrication, puis l'infrastructure développée au CEA pour leur préparation et tests: nettoyage, assemblage en salle blanche, étuvage et banc de conditionnement de puissance. Nous présenterons finalement les résultats obtenus durant le conditionnement des 6 coupleurs de pré-série.

Cryomodules à cavités $\frac{1}{2}$ ondes pour le projet SARAF

Thomas Plaisant

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

Le CEA/IRFU est en charge de la construction de la MEBT et du LINAC supraconducteur du projet SARAF. Cet accélérateur délivra des protons ou des deutérons respectivement de 1.3 à 35 MeV et de 2.6 à 40 MeV. Le LINAC est constitué de 4 cryomodules incluant des cavités $\frac{1}{2}$ onde bas (0.09) et haut beta (0.181) à la fréquence de 176MHz, des solénoïdes pour focaliser le faisceau et des positionneurs de faisceau. Des sections chaudes contiennent le système de pompage ainsi que des profileurs de faisceau. Les études de design ainsi que les résultats des cavités prototypes et des solénoïdes seront présentés.

Démarrage de ThomX

Hugues Monard

CNRS/IN2P3/LAL

Auteur contact : monard@lal.in2p3.fr

THOMX est le projet français de source de rayons X compactes basées sur l'effet Compton. Ces sources sont appelées à devenir des nouveaux acteurs dans la communauté des utilisateurs de rayonnement X. La machine est composée principalement d'un accélérateur d'électrons de 50 MeV et d'une cavité Fabry-Pérot capable de stocker une puissance laser > 200 kW. Le Linac devrait démarrer en juillet 2019, puis l'anneau de stockage devrait voir un premier faisceau en fin d'année. Les premiers photons de 45 keV seront émis en 2020.

Développement d'un profileur transparent à électrons secondaires pour faisceaux de particules chargées

Marc Verderi

LLR

Auteur contact : verderi@in2p3.fr

Le projet PEPITES (LLR/ARRONAX/CEA) vise à réaliser un prototype opérationnel de profileur ultra- mince et résistant aux radiations. Motivée par les besoins de la protonthérapie, la technique est applicable au-delà du médical.

PEPITES utilise l'émission d'électrons secondaires (SEE) pour le signal car celle-ci ne nécessite qu'une très faible épaisseur de matière (10 nm) ; très linéaire, elle offre en outre une grande dynamique. Le profil latéral du faisceau est échantillonné au moyen d'électrodes segmentées, construites par des méthodes de couches minces. Des pistes d'or, aussi minces que la conductivité électrique le permet (~50 nm), sont déposées sur un substrat isolant aussi fin que possible. En traversant l'or, le faisceau éjecte les électrons par SEE, le courant ainsi formé dans chaque piste permet l'échantillonnage.

La technique a été validée à ARRONAX en faisceaux de protons de 68 MeV pour des intensités de 100 fA à 10 nA. La SEE est caractérisée jusqu'à 100 nA à ARRONAX et aux énergies médicales au CPO. Des électrodes ont été soumises à des doses allant jusqu'à 10^9 Gy (au LSI et au CSNSM) sans montrer de dégradations notables. Un démonstrateur avec électronique dédiée (CEA) sera installé à ARRONAX et utilisé en routine. Les performances du système et sa tenue dans le temps seront ainsi caractérisées.

Etat des lieux de la contribution du CEA à la construction de l'accélérateur ESS

Christophe Mayri

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

La contribution du CEA à la construction de l'accélérateur ESS est sous la responsabilité de l'Irfu. Elle se décline sur quatre thématiques principales : le RFQ, les 30 cryomodule medium et haut beta de la section haute énergie du LINAC, différents diagnostics faisceau et des parties de Control System. L'organisation de l'Irfu et les avancées de chacun de ces lots seront présentées.

L'ESRF de 1988 à 2018, 30 ANS d'innovation et d'exploitation

Jean-Luc Revol, Benoît Roche, Eric Plouviez

ESRF

Auteur contact : plouviez@esrf.fr, benoit.roche@esrf.fr, revoljl@esrf.fr

En 1988, onze pays européens ont uni leurs forces pour construire le centre européen de rayonnement synchrotron à Grenoble [France]. L'ESRF a été la première source de lumière de troisième génération au monde. Après 30 ans d'innovation et de service aux utilisateurs, l'anneau de stockage actuel a été fermé pour laisser la place à une nouvelle source plus lumineuse. Ce document décrit l'évolution de l'installation depuis son origine jusqu'à la source extrêmement brillante (EBS). Premièrement, les aspects opérationnels, y compris la fiabilité et les modes de faisceau, sont évoqués. Viennent ensuite la présentation de l'évolution de l'optique machine et la mise en œuvre du mode d'injection fréquente. Enfin, le développement des systèmes radiofréquence radio et le vide sont discutés. Pour conclure, les leçons tirées des opérations sur 30 ans sont discutées, en particulier en ce qui concerne EBS.

RFQ ESS, de la réalisation aux réglages

Pierrick Hamel

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM

Dans le cadre du projet ESS (European Spallation Source), un RFQ (Quadrupole Radio Frequency) fonctionnant à 352MHz sera fourni par l'institut IRFU du CEA Paris-Saclay. Il est divisé en 5 sections, pour une longueur totale de 4.6m et pourra accélérer un faisceau de protons de 75keV à 3.6MeV. Une puissance de 1.6MW sera injectée par deux coupleurs coaxiaux. Lors de cette présentation, le banc de test RF sera décrit, un modèle électrique du RFQ sera introduit et la méthode pour traiter les mesures sera exposée. Enfin, les caractérisations RF des 5 tronçons seront présentées ainsi que le réglage final du RFQ assemblé à Lund.

Se former dans le domaine des accélérateurs de particules en Europe

Philippe Lebrun, Elias Métral

CERN

Inventés il y a un siècle comme instruments de recherche en physique, les accélérateurs de particules sont devenus des outils incontournables de la science appliquée, de l'ingénierie et de la médecine. Plus de 40000 de ces machines fonctionnent aujourd'hui dans les laboratoires, les entreprises industrielles et les hôpitaux du monde. Tandis que la science des accélérateurs, basée sur l'électromagnétisme et la relativité restreinte, fait appel à de nombreux développements de la physique contemporaine (effets collectifs, physique non-linéaire, instabilités, nouvelles techniques d'accélération), leur technologie utilise à grande échelle les progrès dans les domaines de science appliquée tels les hyperfréquences, l'ultravide, l'électronique de puissance et la supraconductivité. Les futurs concepteurs, constructeurs et exploitants de ces machines complexes doivent être formés à ces sciences et techniques en constante évolution, tandis que leur relève doit être assurée en attirant les jeunes diplômés vers ces domaines. C'est le rôle dévolu aux cours universitaires, écoles spécialisées et cours en ligne, dont nous brosons la carte européenne et passons en revue les caractéristiques.

SPIRAL2 MEBT COMMISSIONING

Angie Ordùz

GANIL

Auteur contact : angie.orduz@ganil.fr

The SPIRAL2 injector made up of a 5mA p-d ion source, a 1mA heavy ion source (up to $A/Q = 3$) and a CW 0.75 MeV/u RFQ. They have been successfully commissioned in parallel with the superconducting linac installation. We recently obtained the green light for the LINAC commissioning, starting with the Medium Energy Beam Transport line. The linac is now connected to the LINAC, with less diagnostics than with the Diagnostic-plate. It includes also a bunch selector design for the NFS physics and also used for the HEBT tuning. The connexion to the SC linac and the future linac beam commissioning will be briefly described. This paper presents the results obtained for the MEBT in proton and a comparison with the simulations.

Topological optimisation for accelerators R&D

Hui Min Gassot

IPNO/IN2P3/CNRS

Auteur contact : gassot@ipno.in2p3.fr

Within the programme of 3D metal printing supported by in2p3, the studies by topological optimization for the accelerator components have been associated. This innovation of simulation is challenging for R&D accelerator. The design of components of accelerator should always mind the compromise between saving material or avoid manufacturing difficulties and have a good stiffness of the instrument. The topological optimization associated with 3D metal printing project has promising interest.

In terms of structure design, the 3D printing manufacturing change the way of simulation. The goal is to find a good distribution of the material for given boundary condition with single load case or multi load cases. Since several years, many finite element codes have implemented some topology optimization routines, especially the linkage with CAD code.

To perform topology optimization tasks, some simulation codes have been evaluated with some design constraints. Based on minimization of compliance, a test case is performed on a single cell 800MHz Niobium prototype. Others test cases are going on based on design experience. The interest and perspectives are discussed.

Vibrations mitigation methods to optimize colliders performance

Maurizio Serluca

LAPP/IN2P3/CNRS

Auteur contact : maurizio.serluca@lapp.in2p3.fr

Vibrations induced by ground motion and technical-cultural noises on a large bandwidth can be limiting factors in the performance of future linear and circular colliders (CLIC, ILC and FCC). The movements of the accelerator elements affect both beam brightness and position at the interaction points resulting in lower luminosities of the experiments. We attempt to review the technical solutions envisaged to monitor and reduce vibration effects including passive damping, mechatronics active controls, and beam dependent controls at the interaction points. These methods are developed for various accelerators using nanobeam scheme at the interaction point such as CLIC, ATF2 and superKEKB.

Beam dynamics studies for the definition of the MEBT-3 beam line section (MYRRHA)

Emil Traykov

IPHC, CNRS/Université de Strasbourg

Auteur contact : emil.traykov@iphc.cnrs.fr

As part of the MYRRHA project, an accelerator-driven system demonstrator (ADS) will be built for transmutation of long-lived nuclear waste in a sub-critical reactor with a thermal power of 100 MW. A high current (4 mA) proton beam at 600 MeV will be provided by a linear accelerator with a very high reliability necessary for extending the life of the reactor and minimizing unplanned shut-downs. The latter goals will be facilitated by using two identical beam lines extending from the ion sources, the low energy beam lines and the injectors and providing a proton beam accelerated to 17 MeV. The two lines will be merged inside the medium energy beam line section (MEBT-3) using dipoles and a fast switching magnet. Additionally, two sub-sections with beam dumps capable of receiving proton beams of 70 kW power will be installed after the dipoles. The non-accelerating MEBT-3 line includes also transverse and longitudinal beam focusing elements (23 quadrupoles and 4 superconducting cavities), a collimation system and various diagnostics. The design of this section aims at maximal beam transmission, good beam definition (emittance and matching) and double achromaticity after the switching magnet. The details of the latest beam dynamics studies for the MEBT-3 design are going to be presented.

Caractérisation et réglage d'une chicane magnétique

Thibaul Mutin

SOLEIL

Auteur contact : thibaut.mutin@synchrotron-soleil.fr

Une chicane magnétique, composée de quatre dipôles constitués d'aimants permanents a été construite pour dévier le faisceau d'électrons horizontalement (0.5, 5.38, 11.88 et 6 mrad) sur une section droite longue de l'anneau SOLEIL. Afin d'atteindre avec précision ces valeurs critiques, on mesure leurs intégrales de champ (théoriquement 4.57, 49.12, 108.46 et 54.78 mTm), qu'on ajuste au moyen de quatre aimants permanents cylindriques (tuners) qui équipent chaque dipôle. Les mesures sont réalisées à l'aide d'un banc de mesures au fil tendu qui décrit une trajectoire circulaire. Ce dernier est connecté à un voltmètre afin de mesurer le flux magnétique. Un traitement mathématique des tensions induites permet de connaître le contenu harmonique du champ créé par les dipôles. Leurs géométries et le mécanisme de variation du champ magnétique en fonction de la position angulaire des tuners seront présentés. Enfin, le banc de mesure, les procédures de calibration et les résultats des mesures magnétiques seront également détaillés.

Dimensionnement des systèmes de vide de l'accélérateur MYRRHA 100 MeV

Solenne Rey

Co-auteur : Maud BAYLAC, Dominique BONDOUX, Frédéric BOULY,
François DAVIN, Hervé SAUGNAC

LPSC, SCK-CEN, IPNO

Auteur contact : solenne.rey@lpsc.in2p3.fr

Porté par le SCK-CEN en Belgique, le Projet MYRRHA (Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications) a pour objectif de construire un démonstrateur de réacteur piloté par accélérateur ou ADS (Accelerator Driven System). Il est notamment composé d'un accélérateur linéaire supraconducteur à protons de forte puissance (4 mA - 600 MeV) qui doit maintenir un niveau de fiabilité extrême pour garantir la disponibilité et la robustesse du réacteur qu'il pilote. MINERVA, la phase 1 du projet MYRRHA, consiste en la construction du LINAC jusqu'à l'énergie de 100 MeV. Ce poster présente les études et les résultats des calculs de dimensionnement du vide de l'accélérateur MYRRHA 100 MeV. Les résultats obtenus permettent de valider les choix de matériaux et d'équipements de vide. Ces résultats ont aussi permis de déterminer les procédures de mise en œuvre lors du « commissioning vide », l'opération et de la maintenance de l'accélérateur.

IPAC20

Frédéric Chautard

CNRS/IN2P3/GANIL

Auteur contact : frederic.chautard@ganil.fr

Chaque année, une conférence internationale “IPAC” (International Particle Accelerator Conference) dans le domaine de la physique des accélérateurs se déroule alternativement sur les continents Européen, Américain et Asiatique. Cette conférence rassemble plus de 1300 experts scientifiques internationaux du domaine.

La candidature de la France a été retenue par le comité organisateur pour l’année 2020 et la ville de Caen a été choisie pour accueillir cet événement “IPAC20” qui se déroulera du 11 au 15 mai 2020

La laboratoire GANIL est l’hôte de la conférence et 15 laboratoires français participent à son organisation.

Mesure de remplissage avec BPM à SOLEIL

Moussa El Ajjouri, Dominique Pédeau, Nicolas Hubert

SOLEIL

Auteur contact : nicolas.hubert@synchrotron-soleil.fr,
moussa.elajjouri@synchrotron-soleil.fr, dominique.pedeau@synchrotron-soleil.fr

La mesure du remplissage des paquets permet de connaître la distribution des électrons dans chaque paquet, et ainsi de visualiser les différents modes de remplissage. La mesure est un dispositif de détection composé d'une diode APD et d'un amplificateur qui transforme le signal visible du faisceau issu d'un dipôle en signal électrique. Le signal analogique ainsi obtenu est traité par une carte d'acquisition. Cette mesure s'est rendue indispensable au fonctionnement de la machine, notamment pour permettre l'injection en mode Top-Up afin de répartir de manière efficace la répartition des électrons dans les différents quarts de l'anneau. Une redondance de cette mesure étant devenue nécessaire, et le dispositif de la mesure actuelle étant lourd et coûteux à dupliquer, nous avons étudié la faisabilité d'une mesure de remplissage en utilisant la somme des signaux des quatre électrodes d'un BPM. Ce poster reprend le principe de la mesure et les résultats obtenus.

Nouveau Moniteur de Pertes à SOLEIL

Moussa El Ajjouri, Dominique Pédeau, Nicolas Hubert

SOLEIL

Auteur contact : nicolas.hubert@synchrotron-soleil.fr,
moussa.elajjouri@synchrotron-soleil.fr, dominique.pedeau@synchrotron-soleil.fr

Le système de moniteur de pertes (Beam Loss Monitor) actuellement utilisé à SOLEIL, basé sur la technologie de diodes en coïncidences, est installé depuis 2005. En vue de son remplacement, un nouveau système a été étudié. Ce système combinant un scintillateur et un module photo-détecteur (PM) est associé à une électronique plus performante capable de faire des acquisitions rapides et lentes. Après des tests préliminaires de validation, 20 de ces nouveaux détecteurs ont été installés sur deux cellules de l'anneau de stockage. Au préalable, deux méthodes de calibrations ont été validées. Ce poster reprend les résultats des calibrations et les premiers tests avec faisceau.

Optimisation des simulations d'un canon thermoïonique 90 keV

Dimitri Girard

THALES, Thales Communications & Security

Auteur contact : anne-sophie.chauchat@thalesgroup.com,
dimitri.girard@thalesgroup.com

THALES réalise des ensembles complets de canon à électron, pour les grands instruments scientifiques. Ce canon a été installé dans plusieurs synchrotrons en Europe (SOLEIL, ALBA, BESSY), puis dernièrement en Inde pour un FEL à RRCAT. Cette dernière installation fut l'occasion de reprendre l'ensemble des codes de simulations utilisés jusqu'à maintenant, dans l'objectif d'améliorer la maîtrise et la compréhension de cet ensemble.

Les résultats du code de simulation CST ont été comparés avec ceux du code EGUN ainsi qu'avec les différentes mesures faisceau réalisées sur ce canon. Grâce aux simulations en 3D du code CST, le canon a été complètement modélisé, en prenant en compte l'effet de la grille, ce qui permet d'avoir une meilleure connaissance de l'émission du faisceau en sortie du canon.

Opération de l'accélérateur GENEPI-3C pour la maquette d'ADS GUINEVERE dans ses différents modes de faisceau

Etienne Labussière

LPSC/IN2P3/CNRS

Auteur contact : labussiere@lpsc.in2p3.fr

L'installation GUINEVERE (Generator of Uninterrupted Intense NEutrons at the lead VENus REactor), est une maquette d'ADS (Accelerator Driven System) dédiée principalement à la validation expérimentale des procédures de suivi en ligne de la réactivité d'un réacteur sous-critique. Cette maquette est installée au SCK•CEN à Mol en Belgique et est constituée du réacteur VENUS-F couplé à l'accélérateur électrostatique GENEPI-3C exploité comme source de neutrons externe. Les neutrons sont produits par impact des deutons accélérés sur une cible de tritium située dans le réacteur. Cette installation couplée est exploitée depuis 2011 pour les programmes FREYA, MYRTE et MYRACL.

La réalisation des programmes de physique nécessite la production de modes de faisceau très différents pour la caractérisation de la réponse du réacteur. Un mode pulsé intense ($1\mu\text{s}$, 22mA crête), un mode continu ($\leq 2\text{mA}$), ainsi qu'un mode continu haché par des interruptions ajustables dans une large gamme de durées et de fréquences. Enfin, un nouveau mode de faisceau a été récemment développé pour générer des interruptions aléatoires afin de simuler des pertes aléatoires de faisceau telles qu'elles pourraient se produire dans un LINAC de puissance réel. Ce nouveau mode est utilisé pour étudier l'influence d'un faisceau réaliste sur la qualité des mesures de la réactivité dans un système représentatif d'un ADS de puissance tel que celui du projet MYRRHA.

Le poster présente les performances de l'accélérateur et quelques exemples de mesures obtenues sur GUINEVERE dans les différents modes de faisceau.

Simulation en temps réel du transport d'un faisceau d'électron dans un accélérateur

Alexandre Moutardier

Co-auteur : Vincent Le Flanchec

CEA

Auteur contact : alexandre.moutardier@u-psud.fr

L'installation ELSA (Electrons, Lasers, Sources X et Applications) du CEA DAM est principalement constituée d'un accélérateur d'électrons linéaire radiofréquence pouvant aller jusqu'à 30 MeV. Les performances de celui-ci sont très flexibles puisqu'il permet de créer des faisceaux d'électrons de quelques pC jusqu'à plusieurs μC , avec des durées de paquet variant de 10 ps à 150 μs . L'énergie cinétique demandée par les utilisateurs peut varier de 1 à 30 MeV. Ainsi en fonction du profil d'utilisation, et même au sein d'une même campagne, les paramètres de la machine peuvent changer drastiquement.

Afin d'aider les expérimentateurs dans l'utilisation de l'accélérateur, mais aussi dans la compréhension des phénomènes mis en jeu lors du transport du faisceau, un code de simulation, nommé Beam-Leader, a été développé, avec la particularité d'être manipulable en temps réel : l'utilisateur peut visualiser les modifications de l'enveloppe du faisceau en modifiant les paramètres de la ligne à l'aide de la souris, avec un temps de latence de l'ordre de 1/10 de seconde. De plus, étant orienté vers les utilisateurs de la ligne, les données d'entrée sont directement les courants envoyés dans les bobines des éléments magnétiques.

Ce code est essentiellement matriciel, mais contrairement à la plupart de ses homologues, il permet de visualiser le faisceau dans le référentiel du laboratoire, et pas seulement dans celui de l'électron. Il permet enfin de prendre en compte des défauts de centrage d'objet ou des faisceaux désaxés et de visualiser l'impact sur le transport : l'axe de propagation n'est plus la trajectoire de la particule de référence, mais est défini arbitrairement à l'origine du calcul.

Etudes mécaniques d'un aimant quadripolaire NbTi pour l'augmentation de la luminosité du LHC

Randy Ollier

CEA Paris Saclay / IRFU / DACM / LEAS

Auteur contact : randy.ollier@u-psud.fr

Dans le cadre du projet HiLumi, la luminosité du LHC doit être augmentée. L'augmentation du diamètre des deux ouvertures du quadripôle NbTi d'interaction Q4 est une option envisagée. Le diamètre atteindrait 90 mm, au lieu de 70 mm actuellement. Un modèle court à une ouverture du quadripôle, nommé MQYYM, est développé et préfigure ce que pourrait-être le futur aimant. Deux modèles mécaniques numériques ont été développés avec le logiciel de simulation par éléments finis ANSYS. Le modèle en deux dimensions de la partie droite des bobines et le modèle en trois dimensions des têtes de bobines de MQYYM permettent de caractériser les déformations et les contraintes mécaniques dans les bobines de l'aimant aux différentes étapes de fabrication et de fonctionnement de l'aimant.

VI. Index des contributions

Classement par nom d'auteurs

Nom	Prénom	Titre	Session	Page
Amorin	David	Study of the Transverse Mode Coupling Instability in the CERN LHC	Doctorants	24
André	Thomas	Bilan et perspectives sur la source d'ions 60 GHz du LPSC	Poster	52
Bazin	Nicolas	Prototype d'accélérateur IFMIF / EVEDA	Ions de haute intensité	47
Bilgen	Suheyra	Dynamic Pressure in the LHC - Influence of Ions Induced by Ionization of Residual Gas by Both the Proton Beam and the Electron Cloud	Doctorants	22
Bira	Sarra	Design of a multimodal Quadrupole Resonator for thin films characterization	Doctorants	26
Bordry	Frédéric	CERN	Perspectives	49
Bosland	Pierre	Conditionnement des premiers coupleurs de série pour les cavités elliptiques ESS	Poster	53
Chancé	Antoine	Statut de l'optique du futur collisionneur à hadrons FCC-hh	Accélérateurs du futur	37
Chautard	Frédéric	IPAC20	Poster	67
Cros	Brigitte	Le Groupement de Recherche Accélérateurs Plasma Pompés par Laser (GdR APPEL)	Accélération plasma	33
Dael	Antoine	Le rôle de l'ILO dans les Très Grandes Infrastructures de Recherche	Perspectives	48
Debongnie	Mathieu	Recommission de la Ligne basse énergie de MYRRHA LEBT et modélisation rapide avec des réseaux de neurones	Doctorants	28
Dubois	Mickaël	GANIL-SPIRAL1 Upgrade : Status	Hadrons	15
El Ajjouri	Moussa	Mesure de remplissage avec BPM à SOLEIL	Poster	68

Nom	Prénom	Titre	Session	Page
El Ajjouri	Moussa	Nouveau Moniteur de Pertes à SOLEIL	Poster	69
Fazilleau	Philippe	Aimants à haute température critique – intérêts et applications	Aimants	44
Fedeli	Luca	Modélisation numérique des accélérateurs plasma pour des machines « exascale »	Accélération plasma	30
Forestier-Colleoni	Pierre	Faisceaux d'électrons accélérés par interaction laser-plasma pour la radiothérapie	Accélération plasma	31
Gassot	Hui Min	Topological optimisation for accelerators R&D	Poster	62
Girard	Dimitri	Optimisation des simulations d'un canon thermoïonique 90 keV	Poster	70
Hamel	Pierrick	RFQ ESS, de la réalisation aux réglages	Poster	59
Hoummi	Lina	Etude et optimisation de la dynamique non linéaire et 6-dimensionnelle d'un faisceau d'électrons dans un anneau de stockage ayant une émittance ultra-faible	Doctorants	21
Kaabi	Walid	PERLE: un projet d'ERL haute puissance à Orsay	Leptons	20
Kochebina	Olga	Le projet MINERVA (SCK – CEN) d'un Linac supraconducteur à protons de 100 MeV et son système cryogénique	Accélérateurs du futur	36
Kraft	Henri	Dynamique faisceau et diagnostics pour la ligne de transport à haute énergie du projet MINERVA au SCK-CEN	Doctorants	27
Labat	Marie	Le projet COXINEL: vers un Laser à Electrons Libres sur accélérateur-laser plasma	Leptons	19
Labussière	Etienne	Opération de l'accélérateur GENEPI-3C pour la maquette d'ADS GUINEVERE dans ses différents modes de faisceau	Poster	71
Lebrun	Philippe	Se former dans le domaine des accélérateurs de particules en Europe	Poster	60
Lechartier	Michel	Démarrages des cavités RF du LINAC de SPIRAL2	Hadrons	16
Lettry	Jacques	Modélisation plasma et extraction des ions de la Source H- du LINAC4 au CERN	Hadrons	13

Nom	Prénom	Titre	Session	Page
Lorin	Clément	Aimants Nb3Sn pour FCC et HE-LHC	Aimants	43
Loulergue	Alexandre	Projet d'upgrade majeur pour SOLEIL	Leptons	17
Madec	Catherine	Cryomodules ESS à cavités medium et haut beta au CEA Saclay - Catherine MADEC	Hadrons	14
Mayri	Christophe	Etat des lieux de la contribution du CEA à la construction de l'accélérateur ESS	Poster	57
Minaya Ramirez	Enrique	Mesures de précision pour la physique nucléaire	Accélérateurs du futur	35
Monard	Hugues	Démarrage de ThomX	Poster	55
Moutardier	Alexandre	Simulation en temps réel du transport d'un faisceau d'électron dans un accélérateur	Poster	72
Mutin	Thibaut	Caractérisation et réglage d'une chicane magnétique	Poster	65
Ollier	Randy	Etudes mécaniques d'un aimant quadripolaire NbTi pour l'augmentation de la luminosité du LHC	Poster	73
Ordüz	Angie	SPIRAL2 MEBT COMMISSIONING	Poster	61
Plaisant	Thomas	Cryomodules à cavités ½ ondes pour le projet SARAF	Poster	54
Poirier	Freddy	Le Réseau Instrumentation Faisceau	Instrumentation	39
Poyet	Axel	First Beam-Beam Long-Range compensation experiment in the CERN Large Hadron Collider	Doctorants	25
Pugnat	Thomas	Étude des effets de champ de fuite des triplets finaux sur des observables mesurées avec le faisceau	Doctorants	23
Quettier	Lionel	Activités aimants supraconducteurs : applications et technologies	Aimants	42
Revol	Jean-Luc	L'ESRF de 1988 à 2018, 30 ANS d'innovation et d'exploitation	Poster	58

Nom	Prénom	Titre	Session	Page
Rey	Solenne	Dimensionnement des systèmes de vide de l'accélérateur MYRRHA 100 MeV	Poster	66
Roche	Benoit	Remplacement de l'anneau de stockage de l'ESRF	Leptons	18
Roussel	Eléonore	Contrôle de l'instabilité microbunching au synchrotron SOLEIL et génération d'un rayonnement cohérent térahertz stable	Leptons	41
Sattonay	Gael	Application de la fabrication additive métallique dans le domaine des accélérateurs : compatibilité ultra-haut vide et propriétés de l'acier 316L	Poster	51
Schwindling	Jérôme	Les sources compactes de neutrons: Accélérateurs et Cibles	Ions de haute intensité	46
Seidel	Mike	Improving the Energy Efficiency of Accelerators	Accélérateurs du futur	34
Serluca	Maurizio	Vibrations mitigation methods to optimize colliders performance	Poster	63
Specka	Arnd	EuPRAXIA	Accélération plasma	29
Tarisien	Medhi	Accélération d'ions à partir de jets de gaz de haute densité	Accélération plasma	32
Traykov	Emyl	Beam dynamics studies for the definition of the MEBT-3 beam line section (MYRRHA)	Poster	64
Tuske	Olivier	Innovation dans les sources d'ions : concept ALISES	Ions de haute intensité	45
Varignon	Cyril	Modifications apportées et futures évolutions de l'accélérateur électrostatique TANDEM du CEA de Bruyères le Châtel	Accélérateurs du futur	38
Verderi	Marc	Développement d'un profileur transparent à électrons secondaires pour faisceaux de particules chargées	Poster	56
Vermare	Christophe	Source Radiographique du 3ème axe d'EPURE – un LIA (Linear Induction Accelerator) optimisé	Leptons	40

