Journées Accélérateurs 2021 de la SFP

mercredi 13 octobre 2021 - vendredi 15 octobre 2021

Recueil des résumés

Contents

Investigating the beam transport in a Linear Induction Accelerator for multi-pulse X-Ray flash radiography 66 1

Études de robustesse et simulations de mise en service opérationnel pour la maille de SOLEIL Upgrade 19 1

Simulations de suivi des électrons dans l'accélérateur linéaire à récupération d'énergie du projet LHeC 72 1

SEISM : Source d'ions à 60 GHz pour les accélérateurs du futur 10 2

Conception d'un ondulateur « staggered » multi-périodes 14 2

Etude d'une cavité accélératrice supraconductrice elliptique 5-cellules pour un accélérateur linéaire à récupération d'énergie multi-tours 18 3

Les accélérateurs du CEMHTI pour la recherche sur les matériaux et l'imagerie médicale 48 3

The ESSnuSB neutrino superbeam 32 4

Datation 14C : les accélérateurs ont permis de grandes avancées pour l'art et l'archéologie 49 4

Le séparateur d'ions superlourds GFS2 à JINR - Une visite guidée, des premières ébauches aux premiers résultats, 4 4

DYVACS (DYnamic VACuum Simulation) code: calculation of gas density profiles in presence of Electron Cloud 34 5

Démarrage de THOMX 2 5

Design du système de sécurité des personnels PSS de l'accélérateur ThomX - Utilisation d' un système d'automatisme de sécurité 17 6

Développement de profileurs non intrusifs pour des faisceaux d'ions de hautes énergies et hautes intensités au CEA/IRFU. 68 6

Le Laser à électrons libres : une aventure au fil de ses développements 37 7

Statut du booster de haute énergie de FCC-ee 29 7

Extraction d'informations sur la taille d'un faisceau grâce au signal des électrodes d'un BPM 71 7

150 ans de la SFP: Rétrospective sur 150 ans d'accélérateurs 69 8

Initiatives pour l'innovation et les industriels dans le programe I.FAST 75 8

Injecteur d'électrons accordable dans la gamme du GeV produit sur l'installation Apollon 11 9

L'accélération laser-plasma sur l'installation laser PW APOLLON: premières expériences et perspectives 24 9

Développement d'un injecteur laser plasma à 150 MeV 25 9

Installation et utilisation d'un émittance-mètre au sein de la ligne d'injection du cyclotron C70XP d'ARRONAX –Nantes 28 10

Étude des Effets du Couplage Bêtatron sur l'Instabilité Transverse du Faisceau 6 11

Fabrication et tests de l'aimant supraconducteur du premier système de production de radiopharmaceutiques iMiGiNE développé par la société PMB en partenariat avec la société SIGMAPHI et le CEA 12 11

Système BPM de l'accélérateur SPIRAL2 8 12

Le modèle d'impédance transverse du Synchrotron à Protons du CERN, de la théorie aux mesures 60 12

Anniversaire 25 ans de la division - Une nouvelle Division à la SFP : la Division "Accélérateurs et Techniques Associées" 58 13

Nano Hétéro-structures pour l'amélioration des performances des cavités Radio-fréquence sous champs intenses. 64 13

Mesures rapides des dimensions transverses et de la position du faisceau d'électrons sur l'anneau de SOLEIL 61 14

Les diagnostics faisceau pour l'upgrade de SOLEIL 67 14

Dynamique longitudinale à fort champ accélérateur, changement de paradigme. 1 15

Limitations en intensité dans le plan longitudinal du PS au CERN 31 15

Les Diagnostiques de faisceaux au CERN 43 16

Design, commissioning et acceptance d'une ligne de recherche en protonthérapie: l'expérience de Sigmaphi. 30 16

Modélisation dynamique des systèmes cryogéniques et radiofréquences de l'Accélérateur Linéaire Supraconducteur du projet MYRRHA 7 16

Etude de l'Application de la Methode du Centre Guide aux Trajectoires des Electrons dans les Champs Magnetiques de Source d'Ions 5 17

Aperçu de la "magie" de l'ancien PS du CERN 63 17

Conditionnement du Vide de l'Anneau de Stockage EBS-ESRF 13 18

Dépôt NEG pour applications dans les accélérateurs de particules : élaboration et caractérisation 33 . . . 18

Vibration mitigation studies at the Interaction Region of the Future Circular Collider FCC-ee 23 . . . 19

Status of the double Penning trap mass spectrometer MLLTRAP 15 . . . 19

Diagnostics numériques de l'accélération laser-plasma en régime ultra-relativiste 39 . . . 20

Préparation du démarrage de l'accélérateur ThomX 38 . . . 20

Conclusion 54 . . . 21

Présentation de la phase APS pour l'upgrade de SOLEIL 3 . . . 21

Introduction 52 . . . 21

Conception et mise en service d'un kicker d'injection multipolaire pour l'anneau de stockage de SOLEIL 26 . . . 21

SPIRAL2 : mise en service et montée en puissance 20 . . . 22

Le RFQ d'ESS: Du design aux premiers faisceaux 9 . . . 22

Un Réseau Instrumentation Faisceau en France 41 . . . 22

Premières approches de l'apprentissage automatique appliquée aux données du cyclotron C70XP d'Arronax pour la production de radio-isotopes 42 . . . 23

Optimisation de cavités radio fréquences grâce à la fabrication additive. 74 . . . 23

Optimisation des délais de mise en condition des LIA de linstallation EPURE 73 . . . 24

ESRF-EBS : Mise en œuvre et mise en service, performance et redémarrage de l'exploitation utilisateurs 22 . . . 24

Fonctionnement des accélérateurs de SOLEIL, dans le contexte de la pandémie de COVID-19 65 . . . 25

Radiation betatron et preservation de l'emittance d'un faisceau d'electron à FACET-II. 21 25

Rôle de la chimie de surface sur les propriétés des matériaux pour accélérateurs : conditionnement et émission électronique secondaire 35 . . . 25

Research, Innovation, and Development Process of a Radiation Therapy Device Manufacturer 44 . . . 26

Présentation par le récipiendaire du prix Laclare: Augmentation de l'énergie des électrons produits par accélération laser-plasma 47 . . . 27

comparaison simulation/expérience de l'évaporation de calcium d'un four de source d'ions RCE 27 . . . 27

PRECy 50 . . . 27

Development and characterization of a thin cryogenic target for ion acceleration. 36 . . . 28

Présentation de la SFP 53 28

Tuning and conditioning of the ESS RFQ 70 28

Annonce du prix Jean-Louis Laclare et du prix poster étudiant 46 29

Présentations flash industriels 59 29

Etat des lieux sur les Cryomodules ESS Medium et Haut Beta 76 29

Doctorants / 66

Investigating the beam transport in a Linear Induction Accelerator for multi-pulse X-Ray flash radiography

Auteur: Clara-Marie Alvinerie[1]

[1] *CEA Gramat*

Auteur correspondant clara-marie.alvinerie@cea.fr

Radiographic sources based on Linear Induction Accelerators have successfully demonstrated multi-pulse radiography capabilities in order to achieve multi-frame measurement. In this framework, a new IVA "Mi2"was designed and built at CEA. This IVA delivers two 700 kV high power pulses across the diode gap in order to produce twice a 2.5 kA electron pulse of 80 ns FWHM from a velvet cold cathode. The delay between the two pulses was adjusted from tens of nanoseconds up to few microseconds. A multidimensional particle-in-cell simulation model was developed in order to quantify the influence of velvet plasma dynamics on the second pulse.

Based on this model, a new multi-pulse velvet diode was designed at 2.5 MV relevant to produce high quality intense beams. In this work, we simulate the beam properties (current, emittance, profile$\cdots$) within the injector and their evolution with the delay between pulses. In addition, particle-in-cell and envelope codes were used in order to investigate the beam transport through the accelerator.

Posters / 19

Études de robustesse et simulations de mise en service opérationnel pour la maille de SOLEIL Upgrade

Auteur: David Amorim[1]

Co-auteurs: Laurent Nadolski [2]; Ryutaro Nagaoka [2]; Amor Nadji [2]; Alexandre Loulergue [2]

[1] *Sycnhrotron SOLEIL*

[2] *Synchrotron SOLEIL*

Auteur correspondant david.amorim@synchrotron-soleil.fr

Les sources de lumière synchrotron de 4e génération utiliseront des focalisations très élevées pour atteindre leur objectif de réduction d'émittance. Le faisceau d'électrons sera donc plus sensible aux erreurs de champ magnétique et d'alignement. L'impact des erreurs sur la maille proposée pour l'upgrade de SOLEIL a été étudié avec le code Accelerator Toolbox (AT). Les performances obtenues avec la maille perturbée seront présentées. En particulier, l'effet du désalignement des poutres et des erreurs réalistes pour les BPM ont été pris en compte. L'utilisation d'un grand nombre d'aimants permanents pour la courbure du faisceau et sa focalisation posent des défis pour la correction. L'emplacement et le nombre de correcteurs et de BPM sont étudiés afin de maximiser leur efficacité et minimiser la force magnétique des correcteurs requise pour obtenir une orbite fermée et restaurer les performances de la maille. La stratégie de mise en service opérationnel de l'accélérateur, et en particulier la méthode utilisée pour obtenir les premiers tours et un faisceau stocké dans la machine, sera également exposée.

Doctorants / 72

Simulations de suivi des électrons dans l'accélérateur linéaire à récupération d'énergie du projet LHeC

Auteur: Kevin Andre[1]

[1] *CERN*

Auteur correspondant k.andre@cern.ch

Le grand collisionneur d'hadron-électron (LHeC) est destiné à l'étude de la diffusion inélastique durant la collision électron-proton à l'échelle d'énergie du TeV en utilisant un design d'accélérateur innovant. L'accélérateur linéaire exploite la technologie de récupération d'énergie dans le but de faire entrer en collision un intense faisceau de lepton de 50 GeV avec un faisceau d'hadron provenant du LHC, en parallèle des collisions hadron-hadron. Le poster présente les principales caractéristiques de l'accélérateur linéaire à récupération d'énergie (ERL) et les résultats des simulations de suivi des électrons qui considèrent une accélération et la réalisation de la récupération d'énergie sur plusieurs tours. Les performances de la machine pour différentes circonférences ont été étudiées et ces études incluent le gain d'émittance dû au rayonnement synchrotron ainsi que les perturbations liées aux forces non linéaires exercé pendant la collision au point d'interaction.

Sources / 10

SEISM : Source d'ions à 60 GHz pour les accélérateurs du futur

Auteur: Thomas ANDRE[1]

Co-auteurs: thomas thuillier [2]; Patrick SOLE [2]; Julien ANGOT [3]; Maud BAYLAC [4]; François Debray [5]; Vadim Skalyga [6]; Ivan Izotov [6]; Olli Tarvainen [7]; Pierre-Olivier Dumont [2]

[1] *LPSC-CNRS*

[2] *LPSC*

[3] *CNRS / IN2P3 / UGA*

[4] *CNRS*

[5] *LNCMI*

[6] *IAP-RAS*

[7] *JYFL*

Auteur correspondant thomas.andre@lpsc.in2p3.fr

SEISM est une source d'ions ECR unique au monde fonctionnant à la fréquence de 60 GHz. Le prototype se base sur une géométrie magnétique simple, le CUSP, permettant l'utilisation des bobines polyhélices (développées au LNCMI, Grenoble) pour générer la surface ECR fermée à 2.1 T. Le plasma est entretenu par un pulse HF de forte intensité (jusqu'à 300 kW). Les précédentes expériences au LNCMI ont démontré avec succès l'établissement du champ magnétique nominal et l'extraction de faisceaux d'ions avec une densité de courant allant jusqu'à ~ 1 A/cm^2. La présence de pics en fin de pulse (« afterglow ») a également été observée, prouvant l'existence d'un confinement des ions dans une source ECR en CUSP. Une campagne expérimentale va être effectuée en 2021 à l'aide d'une nouvelle ligne de transport et de caractérisation conçue pour améliorer la transmission du faisceau vers les nouveaux détecteurs. Les récents résultats expérimentaux ainsi que les plans de recherche à court et à long terme seront présentés pour permettre de transformer cette densité de courant élevée en un faisceau d'ions à haute intensité exploitable pour les accélérateurs du futur.

Doctorants / 14

Conception d'un ondulateur « staggered » multi-périodes

Auteur: Ilia Asparuhov[1]

[1] *ESRF*

Dans les ondulateurs de type « staggered », une structure polaire en matériau ferromagnétique est intégrée à l'intérieur d'un solénoïde de façon à générer un champ sinusoïdal. L'intérêt présenté par de tels éléments d'insertion a été étudié pour une application à des lasers à électrons libres à la fin du siècle précédent. Cependant, le concept n'a jamais été implémenté dans des sources de rayonnement synchrotron à cause de l'effet magnétique indésirable du solénoïde sur les paramètres faisceau dans des anneaux de stockage. L'avènement des sources de lumière à faible émittance de 4ème génération pourrait changer cette situation. En effet, les diminutions conséquentes des tailles et divergences transverses du faisceau d'électrons pour ces nouveaux anneaux de stockage promettent de produire un faisceau moins sensible à la présence d'un champ longitudinal solénoïdal. Ainsi, le concept d'ondulateur staggered peut être un choix de design adéquat pour des ondulateurs de courte période produisant un flux de photons de haute énergie. De tels ondulateurs auraient à priori une valeur faible de paramètre de déflexion K limitant leur accordabilité en énergie de photons. La considération de l'intégration d'arrangements magnétiques distincts dans un solénoïde en vue de constituer un assemblage global pourrait palier à cet inconvénient. Des éléments de design magnétique, performance radiative et intégrabilité sur un anneau de stockage sont présentés.

Doctorants / **18**

Etude d'une cavité accélératrice supraconductrice elliptique 5-cellules pour un accélérateur linéaire à récupération d'énergie multi-tours

Auteur: Carmelo Barbagallo[1]

Co-auteurs: Patricia Duchesne [1]; Ningyuan Hu [1]; Guillaume Olry [1]; Walid Kaabi [1]; Fabian Zomer [1]

[1] *IJCLab*

Auteur correspondant carmelo.barbagallo@ijclab.in2p3.fr

La prochaine génération d'accélérateurs linéaires à récupération d'énergie ERL (Energy Recovery Linac) nécessite des cavités accélératrices avec un fort amortissement des modes supérieures HOM (High Order Modes), sans compromettre l'efficacité du mode fondamental. L'étude présentée ici concerne une cavité accélératrice SRF (Supraconductrice RadioFréquence) elliptique 5-cellules pour PERLE (Powerful Energy Recovery Linac for Experiments), un ERL multi-tours qui sera implanté plus tard à Orsay. Dans sa configuration ultime, PERLE délivrera un faisceau d'électrons de 500 MeV à l'intensité de 20 mA, accéléré sur trois passages avec des cavités à 801.6 MHz. PERLE sera une installation de pointe conçue pour valider et explorer un large éventail de phénomènes accélérateurs dans un régime de puissance opérationnel jusque-là inexploré (10 MW), contribuant ainsi au développement de la technologie ERL pour les futures grandes machines utilisant ce concept. Afin d'anticiper des problèmes d'instabilité du faisceau et des dissipations d'énergie indésirables, il est essentiel de garantir une extraction efficace des HOM. Dans ce papier, nous allons présenter les études menées pour parvenir à une conception appropriée des cellules de la cavité accélératrice et permettre de faire un choix judicieux des coupleurs HOM devant l'équiper.

Petites machines / **48**

Les accélérateurs du CEMHTI pour la recherche sur les matériaux et l'imagerie médicale

Le CEMHTI est doté d'une plateforme « Faisceaux de particules » qui gère actuellement un ensemble unique d'accélérateurs : des accélérateurs d'ions un cyclotron CGRMEV (installé en 1974), un Pelletron, et deux accélérateurs de positons lents. Ces machines sont utilisés pour irradier les matériaux

(métaux, semi-conducteurs et céramiques) et étudier l'évolution de leurs propriétés, produire des radioisotopes, ou caractériser la composition chimique et la microstructure des matériaux. Le CEMHTI est membre de l'infrastructure de recherches EMIR&A , un réseau national d'outils d'irradiations qui propose des accès à l'ensemble de la communauté scientifique.
Le principe de ces accélérateurs sera décrit brièvement et des exemples d'applications seront présentés dans différentes domaines : les matériaux pour le nucléaire (fission, fusion), l'électronique (grands gaps, spintronique), l'imagerie médicale....

Projets / **32**

The ESSnuSB neutrino superbeam

Auteur: Eric Baussan[1]

[1] *IPHC-IN2P3/CNRS*

The next generation of neutrino superbeam experiments will explore the matter/antimatter asymmetry in the leptonic sector through the neutrino oscillation phenomenon. The discovery and the measurement of the CP phase parameter of the PMNS (Pontecorvo Maki Nakagawa Sakata) mixing matrix requires the development of a new accelerator beams working at MW scale. The ESSnuSB collaboration proposes to upgrade the proton LINAC of the European Spallation Source currently under construction in Lund (Sweden) to produce a very intense neutrino superbeam in parallel with the spallation neutron production. The facility requires the design of a second target station with a megaton scale water Cherenkov detector located 540 km far away in Garpenberg mine. In this talk, a global overview of the project will be presented with its potentiality and the future perspectives offered by this additional facility.

ESSnuSB has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 777419.

Petites machines / **49**

Datation 14C : les accélérateurs ont permis de grandes avancées pour l'art et l'archéologie

Auteur correspondant lucile.beck@cea.fr

Les accélérateurs ont permis un bon inestimable dans la mise en œuvre de la méthode de datation par le carbone 14 ; on a même parlé de "révolution". En effet, à partir des années 1980-1990, il a été possible de diminuer les prises d'échantillons jusqu'à des masses qui ont rendu possible l'application de la technique à des œuvres très précieuses. La datation des peintures des grottes ornées préhistoriques a révélé, par exemple, une ancienneté insoupçonnée pour la grotte Chauvet. Dans le domaine artistique plus récent, la datation par le radiocarbone de peintures ou de sculpture a permis d'apporter des éléments déterminants lors d'enquête ou de réattribution. Enfin, il est maintenant possible de dater des matériaux à faible teneur en carbone comme le fer ou la céruse. Lors de cette communication, des exemples de datation par spectrométrie de masse par accélérateur (SMA) seront présentés.

Démarrage / **4**

Le séparateur d'ions superlourds GFS2 à JINR - Une visite guidée,

des premières ébauches aux premiers résultats,

Auteur: William Beeckman[1]

[1] *Sigmaphi s.a.*

Auteur correspondant wbeeckman@sigmaphi.fr

Le nouveau complexe pour la production et l'étude des éléments super-lourds du Laboratoire de réactions nucléaires Flerov (FLNR) à JINR, Dubna, est en cours d'installation. Le cyclotron DC-280 permettra d'y produire des faisceaux de haute intensité pour améliorer l'efficacité de production et les études des noyaux lourds et superlourds. Il est maintenant complètement installé, testé et a produit ses premiers faisceaux.
Améliorer l'efficacité passe également par le développement de nouveaux séparateurs offrant une suppression élevée des produits de réaction indésirables. C'est dans ce but qu'a été développée la première expérience alimentée par le DC-280, un nouveau séparateur à gaz GFS-2, successeur du DGFRS (Dubna Gas-Filled Recoil Separator) pour la synthèse et l'étude des propriétés des isotopes lourds.
La présentation décrit son étude et sa conception, en étroite collaboration entre le FLNR et Sigmaphi, à partir de la demande initiale en 2015, jusqu'à sa construction en 2017, son installation en 2018 et les premiers résultats obtenus. Ses performances sont telles qu'une seconde ligne, GFS-3, identique à la première, a été fabriquée par Sigmaphi en 2019 et installée en février 2021.

Vide / 34

DYVACS (DYnamic VACuum Simulation) code: calculation of gas density profiles in presence of Electron Cloud

Auteur: suheyla bilgen[None]

Co-auteurs: Bruno Mercier [1]; Gaël Sattonnay [2]

[1] *LAL*

[2] *IJCLab*

Auteur correspondant bilgen@lal.in2p3.fr

The computation of residual gas density profiles in particle accelerators is an essential task to optimize beam pipes and vacuum system design. In a hadron collider such as the LHC, the beam induces dynamic effects due to ion, electron and photon-stimulated gas desorption. The well-known VASCO*code developed at CERN in 2004 is already used to estimate vacuum stability and density profiles in steady state conditions. Nevertheless, some phenomena are not taken into account such as the ionization of residual gas by the electron clouds and the evolution of the electronic density related to the electron cloud build up. Therefore, we propose an upgrade of this code by introducing electron cloud mapsto estimate the electron density and the ionization of gas by electrons leading to an increase of induced desorption. The pressure evolution computed with DYVACS reproduces with a good accuracy the experimental pressure recorded in the VPS beam pipes sector*** of the LHC from the proton beam injection to the stable beam period. Additionally, DYVACS can also be used as a predictive tool to compute the pressure evolution in the beam pipes for the Future Circular Colliders (FCC-hh or -ee).

Démarrage / 2

Démarrage de THOMX

Auteur: HUGUES MONARD[1]

[1] *CNRS*

Auteurs correspondants: bruni@lal.in2p3.fr, monard@lal.in2p3.fr

THOMX est un démonstrateur de source X basé sur l'effet Compton qui devra faire la démonstration de sa place dans le paysage des sources de rayons X.
Après une très longue attente, l'autorisation ASN a été enfin délivrée fin mai 2021, pour la 1ere phase qui en compte 4. Cette phase concerne le démarrage du photoinjecteur comprenant un canon RF à 3 GHz et un section accélératrice qui amenera les 100 pC d'électrons de 5 à 50 MeV, avec une fréquence de 10 Hz.
Les premiers tests de démarrage de la machine seront présentés.

Posters / 17

Design du système de sécurité des personnels PSS de l'accélérateur ThomX - Utilisation d'un système d'automatisme de sécurité

Auteur: Harold BZYL[1]

[1] *CNRS-iRSD*

Auteur correspondant harold.bzyl@universite-paris-saclay.fr

ThomX est une installation qui produira des rayonnements X à haut flux et haute énergie par effet Compton inverse entre un faisceau d'électrons et un laser. Cet accélérateur de particules est une source intermédiaire de rayonnement X comprise entre les performances des générateurs X et de synchrotrons. Les dimensions réduites de la machine pourraient permettre son utilisation dans des zones sensibles tels que les hôpitaux, les musées. . .
Afin d'assurer la sécurité des personnels, il est nécessaire d'interdire l'accès aux zones où les risques d'exposition aux rayonnements ionisants et non ion- isants sont élevés : casemate, cabane d'expérience, procédés lasers… La mise en place de dispositif de protection et d'alarme géré par un système de sécu- rité des personnels (PSS) est alors nécessaire. Compte-tenu des contraintes d'exploitation, de la complexité des modes de fonctionnement et de la facilité d'évolution, le PSS a été développé sur la base d'un automate de sûreté. Ces systèmes sont de plus en plus utilisés car il présente une grande flexibilité et une fiabilité importante.
Ce poster présentera, après une brève description de l'installation ThomX, l'architecture globale du système ainsi que son interface graphique avancé afin de démontrer les avantages des automates de sûreté pour la conception de PSS.

Posters / 68

Développement de profileurs non intrusifs pour des faisceaux d'ions de hautes énergies et hautes intensités au CEA/IRFU.

Auteur: Florian Bénédetti[1]

[1] *CEA/IRFU*

Auteur correspondant florian.benedetti@cea.fr

Ces dernières décennies ont vu le développement d'accélérateurs d'ions de plus en plus puissants, devenus un maillon indispensable pour la neutronique et la science en général. La connaissance des caractéristiques de ces faisceaux est donc indispensable pour la mise en service et le fonctionnement correct et sûr de la machine. Pour ces accélérateurs, la mesure de profils faisceau est délicate, car les méthodes intrusives sont difficilement possibles à ces hauts niveaux de puissance. Pour ces raisons,

les profileurs basés sur l'ionisation du gaz résiduel (Ionization Profile Monitor ou IPM) sont redevenus une solution viable. L'IRFU s'implique depuis une dizaine d'années dans le développement d' IPM pour des projets comme LIPAC ou ESS.

Cette contribution présente une vue d'ensemble des différentes thématiques associées au développement, en cours et futurs, des IPM comme : les différentes simulations pour optimiser la détection et minimiser les erreurs de mesures, le développement de système électronique d'acquisition et de contrôle adapté, le test et le traitement des données ainsi que la conception et l'intégration des détecteurs tenant compte de l'environnement faisceau.

Prix / **37**

Le Laser à électrons libres : une aventure au fil de ses développements

Auteur: Marie Emmanuelle COUPRIE[1]

[1] *Synchrotron SOLEIL*

Les Laser à Electrons Libres (LEL) sont des sources de lumière de haute puissance couvrant de l' infra-rouge lointain aux rayons X. Ils utilisent un milieu de gain simple et élégant, où le rayonnement cohérent est généré avec des électrons libres placés dans le champ périodique permanent d' un onduleur. L'interaction onde de lumière-électrons dans l'onduleur conduit à la mise en micropaquets et donc en phase des électrons. Les progrès dans le domaine sont rapportés, des origines du LEL, des premiers LEL oscillateurs et de leurs applications aux LEL X accordables sur accélérateurs linéaires, ainsi qu'aux perspectives ouvertes par l'accélération laser plasma.

Doctorants / **29**

Statut du booster de haute énergie de FCC-ee

Auteur: Hervé de Grandsaignes d'Hauterives[1]

Co-auteurs: Antoine Chance [1]; Barbara Dalena [1]

[1] *CEA Irfu*

Auteur correspondant antoine.chance@cea.fr

Le booster de haute énergie est la dernière brique dans le complexe accélérateur avant le collisionneur de FCC-ee; le nouveau projet de collisionneurs électrons-positrons de 100 km basé au CERN. Le rôle du booster est d'accélérer les leptons jusque l'énergie nominale avant injection (injection top-up) dans le collisionneur.
Certaines contraintes sont communes entre le booster de haute énergie et le collisionneur comme suivre la géométrie du tunnel, atteindre de faibles émittances d'équilibre, ou la stabilité longitudinale liée à un très petit momentum compaction.
Cependant, le booster a aussi des défis spécifiques. A l'injection, le champ magnétique des dipôles est très faible, ce qui pose des problèmes de reproductibilité et de fortes erreurs sur le champ. De plus, le temps d'amortissement synchrotron est trop long et il est nécessaire d'ajouter des onduleurs pour accélérer l'amortissement de 2 ordres de grandeur. A plus haute énergie, l'énergie centrale du faisceau varie le long de l'arc à cause du rayonnement synchrotron. Contrairement au collisionneur, il n'est pas possible d'ajuster le champ des dipôles (tapering), ce qui crée des distorsions sur l'orbite et rend la correction d'orbite problématique pendant l'accélération.
Nous montrons le statut et performances de l'optique actuelle, incluant un nouvel outil de génération d'optique respectant la géométrie du tunnel.

Posters / 71

Extraction d'informations sur la taille d'un faisceau grâce au signal des électrodes d'un BPM

Auteurs: Nicolas Delerue[1]; alexandre moutardier[None]; Antoine Serandour[None]

[1] *IJCLab, CNRS et Université Paris-Saclay*

Auteurs correspondants: antoine.serandour@ens-lyon.fr, moutardier@ijclab.in2p3.fr, delerue@lal.in2p3.fr

Outre la position du faisceau, le signal recueilli sur les électrodes d'un moniteur de position (BPM) contient des informations sur l'extension transverse de ce faisceau.

Nous présentons une étude montrant comment des informations sur la taille des faisceaux peuvent être obtenues grâce au signal des électrodes. Une analyse de la sensibilité aux paramètres du faisceau montre que la mesure dépends fortement de la précision avec laquelle les paramètres du faisceau sont mesurés.

Pour s'affranchir de cette difficulté nous étudions comment une telle mesure peut être effectuée dans un anneau.

Posters / 69

150 ans de la SFP: Rétrospective sur 150 ans d'accélérateurs

Auteurs: Nicolas Delerue[1]; alexandre moutardier[None]

[1] *IJCLab, CNRS et Université Paris-Saclay*

Auteurs correspondants: delerue@lal.in2p3.fr, moutardier@ijclab.in2p3.fr

Les 150 ans de la SFP coïncident à peu près à 150 ans d'histoire des accélérateurs de particules (depuis les premiers tubes de Crookes). Il est proposé de profiter de ce double anniversaire pour présenter par des expériences ludiques l'évolution des accélérateurs au cours de ce siècle et demi.

Toutes les proposition de contributions de la communauté à ce double anniversaire sont les bienvenues.

Posters / 75

Initiatives pour l'innovation et les industriels dans le programe I.FAST

Auteurs: Nicolas Delerue[1]; Louis Rinolfi[2]; Elias Metral[2]

[1] *IJCLab, CNRS et Université Paris-Saclay*

[2] *CERN*

Auteurs correspondants: delerue@lal.in2p3.fr, elias.metral@cern.ch, louis.rinolfi@cern.ch

Le programme Européen I.FAST a pour but d'encourager l'innovation et le transfert de technologies vers les industriels dans le domaine des accélérateurs de particules.
Nous présentons deux activités de projet:
- l'I.FAST Challenge-Based Innovation : un séjour présentiel lors duquel trois équipes d'une demi-douzaines d'étudiants vont chercher des solutions innovantes utilisant des technologies issues des

accélérateurs pour résoudre des problèmes environnementaux.
-l'I.FAST Traineeship Programme : des bourses permettant à des industriels d'effectuer un séjour dans un laboratoire.

Doctorants / 11

Injecteur d'électrons accordable dans la gamme du GeV produit sur l'installation Apollon

Auteur: Lewis Dickson[1]

[1] *ITFIP - LPGP - Université Paris Saclay*

L'accélération laser-plasma permet d'obtenir des gradients accélérateurs de 3 à 4 ordres de grandeur plus élevés que ceux des cavités radiofréquence, et des sources d'électrons compactes avec des durées d'impulsion intrinsèquement courtes et des courants crêtes élevés[1]. Nous présenterons les premiers résultats expérimentaux obtenus dans la salle longue focale de l'installation de recherche APOLLON [2]. Le faisceau 0.5 PW, focalisé dans la cellule de gaz ELISA [3], a permis d'obtenir dans un plasma de longueur centimétrique, des électrons avec des énergies supérieures à 1 GeV, mesurées à l'aide d'un spectromètre construit sur mesure par le LLR. Le spectre d'électrons peut être modifié en changeant la longueur de la cellule, la densité du plasma et l'énergie du laser, produisant ainsi une source flexible d'électrons qui pourra servir de base à un injecteur pour les étapes ultérieures d'accélération. Cette expérience de mise en service démontre qu'une source d'électrons de haute énergie et de forte charge peut être produite en utilisant le système laser Apollon. Les résultats sont validés par des simulations numériques à l'aide du code FBPIC.

Accélération plasma / 24

L'accélération laser-plasma sur l'installation laser PW APOLLON: premières expériences et perspectives

Auteur: sandrine dobosz dufrénoy[1]

[1] *CEA-Paris Saclay / DRF-IRAMIS-LIDYL*

L'accélération laser-plasma permet de générer des sources compactes d'électrons relativistes de plus en plus énergétiques. Les progrès technologiques de ces dernières décennies ont permis de voir émerger quelques lasers de classe PW à travers le monde. Des programmes de travail ambitieux accompagnent ces quelques installations, notamment sur les sources de particulaires primaires ou secondaires issues de l'interaction laser-plasma. Le plateau de Saclay dispose depuis quelques années d' une infrastructure de Recherche (IR), APOLLON[1], qui abrite un laser de classe PW desservant deux salles expérimentales radioprotégées. Les premières expériences de qualification de l'installation ont eu lieu dans les deux salles expérimentales et permettent d'entrevoir dès à présent le potentiel de ce type d'installation. Je présenterai quelques caractéristiques de l'infrastructure d'un point de vue utilisateur ainsi que quelques perspectives et pistes de travail pour le futur.
[1] https://apollonlaserfacility.cnrs.fr/en/home/

Doctorants / 25

Développement d'un injecteur laser plasma à 150 MeV

Auteur: Pierre Drobniak[1]

[1] *IJCLab*

L'accélération laser plasma théorisée en 1979 [1] puis démontrée expérimentalement en 2004 [2][3][4] génère des gradients supérieurs au gigavolts par mètre. Bien que compacte et prometteuse, cette technique présente plusieurs verrous, notamment le contrôle de la stabilité et la qualité des faisceaux produits.

Une impulsion laser femtoseconde de forte intensité focalisée dans un gaz forme une plasma. La force pondéromotrice associée à l'impulsion laser crée alors une onde plasma électronique de sillage. Certains des électrons du plasma sont alors piégés dans cette onde (injection) et accélérés (accélération plasma) par les gradients électriques de l'onde plasma. Cette première partie de l'accélérateur que l'on appelle par abus « injecteur » est donc constituée d'une première partie réalisant l'injection suivie d'un début d'accélération. Le faisceau ainsi généré est transporté vers une ligne d' analyse ou d'applications ou vers un deuxième étage accélérateur.

Notre recherche actuelle s'intègre dans le programme de recherche PALLAS qui vise à réaliser d'ici 5 ans une percée technologique en construisant à l'IJClab un prototype d'accélérateur laser-plasma compact capable de produire un faisceau d'électrons d'une stabilité et fiabilité comparables aux accélérateurs RF conventionnels. Ce prototype utilise la plateforme LASERIX de l'Université Paris Saclay et produira des faisceaux de 150-200MeV, 15-30pC, à 10Hz. Une des composantes essentielles de ce démonstrateur est le développement et la mise en œuvre de cible plasma structurée reposant sur une cellule de gaz intégrée directement dans la ligne faisceau. Un banc de caractérisation a été développé et installé sur une des lignes faisceau laser de la plateforme LASERIX avec un faisceau pilote de 5TW à 10Hz.

Ce poster détaille l'optimisation de la cellule plasma de l'injecteur PALLAS. Il combine optimisation numérique (SMILEI –OpenFOAM) et tests expérimentaux. La nouvelle cellule prototype se base sur des travaux d'optimisation du profil de densité électronique [5] et une approche numérique fluide et plasma permet d'optimiser le design de la cellule et ainsi la distribution des gaz, donc le profil plasma. Cette optimisation étant multiparamétrique, une approche Bayésienne [6] est développée afin d'explorer les configurations optimales laser et fluides.

Références :
[1] Tajima, Toshiki, and John M. Dawson. "Laser electron accelerator." Physical Review Letters 43.4 (1979): 267
[2] Faure, Jérôme, et al. "A laser–plasma accelerator producing monoenergetic electron beams." Nature 431.7008 (2004): 541-544
[3] Mangles, Stuart PD, et al. "Monoenergetic beams of relativistic electrons from intense laser–plasma interactions." Nature 431.7008 (2004): 535-538
[4] Geddes, C. G. R., et al. "High-quality electron beams from a laser wakefield accelerator using plasma-channel guiding." Nature 431.7008 (2004): 538-541
[5] Lee, Patrick, et al. "Dynamics of electron injection and acceleration driven by laser wakefield in tailored density profiles." Physical Review Accelerators and Beams 19.11 (2016): 112802.
[6] Jalas, Sören, et al. "Bayesian Optimization of a Laser-Plasma Accelerator." Physical review letters 126.10 (2021): 104801.

Doctorants / 28

Installation et utilisation d'un émittance-mètre au sein de la ligne d'injection du cyclotron C70XP d'ARRONAX –Nantes

Auteur: Teddy Durand[1]

Co-auteurs: François Bulteau-Harel [2]; Robin Bellamy [3]; Xavier Goiziou [3]; Hervé Trichet [3]; Chris Castel [3]; Ronan Lelièvre [3]; Guillaume Mechin [3]; Laurent Perrigaud [3]; Jonas Poudevigne [3]; charbel koumeir [4]; EMIL TRAYKOV [5]; Thomas Adam [6]; Phillipe Graehling [6]; Francis Osswald [6]; Marcel Heine [6]; Chaker Maazouzi [6]; Sébastien WURTH [7]; Atanas DINKOV [8]; Ferid HADDAD [9]; Freddy Poirier [10]

[1] *IN2P3 / Subatech.*

[2] *GIP - Arronax*

[3] *GIP - ARRONAX*

[4] *GIP ARRONAX/SUBATECH*

[5] *IPHC, CNRS/University of Strasbourg*

[6] *IPHC*

[7] *IJCLab*

[8] *IJC Lab*

[9] *IN2P3 / Subatech*

[10] *Arronax/CNRS*

Auteur correspondant teddy.durand@univ-nantes.fr

Le cyclotron C70XP a la capacité d'accélérer 4 types d'ions (H-, D-,HH+ et He2+) à haute énergie (70 MeV protons). Pour les opérations, les expérimentateurs demandent des faisceaux de plus en plus spécifiques (très bas courant (~50 ions/s) a plusieurs centaines de µA (~2×10e15 ions/s) en bout de ligne [1]), stables et homogènes et donc des réglages fins du faisceau. La réussite de ces optimisations est dépendante des caractéristiques du faisceau injecté et de la connaissance des effets des éléments magnétiques de la machine. Un programme de développement est donc actuellement en cours d'application et se concentre sur l'étude de l'émittance dans l'injection et ses possibles modifications.
Un émittance-mètre de type Allison, développé par l'IPHC, a été installé dans la ligne d'injection [2], et a permis des mesures de l'impact des différents paramètres d'injection sur le faisceau. Dans cette présentation, il sera exposé les différentes phases préparatoires à l'installation de l'émittance-mètre et les premières conclusions obtenues suite à l'analyse préliminaires des résultats.

[1] F. Poirier et al., "Studies and Upgrades on the C70 Cyclotron Arronax", in Proc. CYC'16, Zurich, Switzerland, Sep. 2016, pp. 235-237. doi:10.18429/JACoW-Cyclotrons2016-TUD02

[2] F. Poirier et al. , "Installation, Use and Follow-Up of an Emittance-Meter at the Arronax Cyclotron 70XP", presented at the 12th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'21), Campinas, Brazil, May 2021, paper MOPAB277.

Doctorants / 6

Étude des Effets du Couplage Bêtatron sur l'Instabilité Transverse du Faisceau

Auteur: Watanyu FOOSANG[1]

[1] *Synchrotron SOLEIL*

L'effet du couplage bêtatron sur les seuils d'instabilités transverse est actuellement étudié à SOLEIL car il devrait modifier, possiblement augmenter, les seuils d'instabilité, qui pourraient être très faibles dans le cas de l'Upgrade de SOLEIL. Le couplage influe notamment sur le mélange des temps d'amortissement, des chromaticités et également sur le transfert des impédances d'un plan à l'autre. En conséquence, le temps d'amortissement et les temps de montées des instabilités sont modifiés, de même que les seuils d'instabilités. Ce travail présente les premiers résultats de simulation en utilisant le code de tracking mbtrack2 sur l'effet du couplage sur la dynamique transverse en présence d'effets collectifs.

Industriels / 12

Fabrication et tests de l'aimant supraconducteur du premier système de production de radiopharmaceutiques iMiGiNE développé

par la société PMB en partenariat avec la société SIGMAPHI et le CEA

Auteur: Frédérick FOREST[1]

[1] *SIGMAPHI*

Auteur correspondant fforest@sigmaphi.fr

Le projet LOTUS est un projet de collaboration recherche / industrie soutenu par BPI France et les pôles de compétitivité MEDICEN et EUROBIOMED. L'objectif de ce projet est de développer un système innovant de production de radiopharmaceutiques « à la demande » pour l'imagerie moléculaire TEP. Ce système très compact et fortement automatisé offre une alternative aux grands centres régionaux de production de radiopharmaceutiques en proposant une installation in situ au sein même des centres de recherche et des hôpitaux. L'utilisation de radioisotopes à courtes demi vie, particulièrement le fluor-18 et le carbone-11, devient ainsi possible et ouvre l'accès à une imagerie moléculaire personnalisée pour des applications principalement en oncologie, neurologie et cardiologie. Ce projet est porté par la société PMB en partenariat avec la société SIGMAPHI et le CEA.
Le premier système, commercialement dénommé iMiGiNE, a été installé en Mai 2021 au centre Nancyclotep, à Nancy, par la société PMB. Ce système combine un cyclotron supraconducteur « cryogen free » de 12 MeV et un module de radiochimie robotisé. Cette présentation décrit la fabrication et les tests de l'aimant supraconducteur réalisé par la société SIGMAPHI pour le cyclotron du système iMiGINE de PMB.

Instrumentation / 8

Système BPM de l'accélérateur SPIRAL2

Auteur: Christophe JAMET[1]

[1] *GANIL*

Les diagnostics faisceau appelés BPM « Beam Position Monitor » sont utilisés dans la plupart des accélérateurs de particules. Ils permettent, de façon non interceptive, d'effectuer le contrôle de position du faisceau accéléré.
Les spécifications demandées aux chaines de mesure BPM installées le long du linac de SPIRAL2 ne concernent pas seulement les mesures de position mais aussi les paramètres tels que l'ellipticité, la phase et la vitesse du faisceau. Les 20 chaines d'instrumentation BPM sont utilisées pour le réglage des cavités accélératrices du linac.
La présentation porte sur les points suivants :
- La modélisation et l'analyse du comportement des BPM en fonction de la vitesse du faisceau qui influe sur les sensibilités en position et ellipticité
- Le fonctionnement des électroniques de mesures, leur calibration et leur qualification
- Les différentes modifications, évolutions des chaines de mesures suite aux tests de qualification effectués d'abord sur le banc de test diagnostics à la sortie du RFQ puis dans le linac
- La description et l'analyse des résultats obtenus avec le faisceau de protons de 33 MeV
- Les évolutions et améliorations en cours avec, entre autres, l'amélioration de la précision des mesures pour les faibles intensités faisceau

Doctorants / 60

Le modèle d'impédance transverse du Synchrotron à Protons du CERN, de la théorie aux mesures

Auteur: Sebastien Joly[1]

[1] *CERN*

Auteur correspondant sebastien.joly@cern.ch

L'impédance de couplage du faisceau représente l'interaction entre les champs électromagnétiques crées par un paquet de particules chargées et les éléments constituant un accélérateur. Sommer l' impédance de chacun des éléments d'une machine donne le modèle d'impédance de cette dernière. Après une présentation du modèle d'impédance du Synchrotron à Protons (PS), les principaux contributeurs de ce modèle seront examinés et la démarche pour mieux les prendre en compte expliquée. Enfin le modèle d'impédance sera validé à l'aide de mesures expérimentales et son degré de précision discuté.

Historique / 58

Anniversaire 25 ans de la division - Une nouvelle Division à la SFP : la Division "Accélérateurs et Techniques Associées"

Suite à la réunion CEA/IN2P3 de juin 1993 à Bordeaux/CESTA, une équipe s'est constituée en vue de la création d'une nouvelle Division à la SFP sur le thème des accélérateurs et des techniques associées. Ce sont les différentes étapes de la constitution de cette nouvelle Division, que j'ai accompagnée pendant une dizaine d'années, que je vais retracer dans cette présentation. D'abord, la Division en tant que structure de la Société Française de Physique avec son Bureau de dix membres, ses statuts, $\cdots$. , ce qui a été fait en 1994. Les premières années, une grande partie de l'activité du Bureau fut consacrée à l'organisation des Journées « Accélérateurs » avec la détermination des principales données que sont : le lieu, la date, la taille, la durée, la fréquence, la participation des Industriels, celle des étudiants, le prix Jean-Louis LACLARE et d'autres. Depuis octobre 2005 (la 7ème édition), ces Journées, maintenant connues sous le nom de « Journées Accélérateurs de Roscoff » font partie du calendrier (pour les années impaires) des manifestations permettant de faire le point sur les avancés de la discipline dans un cadre franco-français.

Doctorants / 64

Nano Hétéro-structures pour l'amélioration des performances des cavités Radio-fréquence sous champs intenses.

Auteurs: Yasmine Kalboussi[1]; Thomas Proslier[2]; Claire Antoine [None]; Baptiste Delatte[None]; David LONGUEVERGNE[3]; sarra bira[None]; Diana Dragoe[None]; Aurelie GENTILS[4]; Stéphanie Jublot - Leclerc[4]; Gaël Sattonnay[4]; Sandrine Tusseau-Nenez[None]; Jocelyne Leroy[None]

[1] *CEA IRFU*

[2] *CEA-Saclay*

[3] *IPNO*

[4] *IJCLab*

Auteur correspondant yasmine.kalboussi@cea.fr

Depuis leurs découvertes au début du 20eme siècle, les propriétés remarquables des supraconducteurs ont été utilisées dans de nombreuses applications. Cependant, leurs performances sont souvent limités par leurs interactions avec un champ magnétique externe.
Des travaux théoriques récents prédisent que de nouvelles hétéro-structures nanométriques à base d'une alternance de matériaux supraconducteurs et isolants permettraient de retarder la pénétration du champ magnétique et ainsi de repousser certaines de ces limites. [1] Cette multicouche est composée d'une alternance de films de supraconducteurs de quelques centaines de nanomètres séparé par 5 à 10 nm de films isolants. A ce titre, la technique de synthèse par Atomic Layer Deposition ou

ALD s'avère la technique la plus adaptée à ce type d'application comme elle permet un contrôle sans précédent de l'uniformité de la composition chimique et de l'épaisseur des films sur des structures à géométries complexes. Pour appliquer cette approche sur une cavité en Niobium, il faut d'abord éliminer les oxydes natifs du niobium qui sont néfastes pour la supraconductivité et les remplacer par un film protecteur d'oxyde déposé par ALD (Al2O3, Y2O3, MgO) qui servira de substrat pour la multicouche. Dans ce cadre, je vais présenter les résultats obtenus sur des échantillons plats en Niobium ainsi que sur une cavité elliptique 1.3 GHz en Niobium. Notre étude montre que les films déposés par ALD sont une bonne barrière de diffusion, sont thermiquement stables et réduisent considérablement la présence des oxydes natives du Niobium sur la surface. Les tests RF sur une cavité recouverte par ALD montrent une légère amélioration des performances supraconductrices. Des matériaux à faible coefficient d'émission secondaire tel que le TiN a été déposé pour réduire les phénomènes de multipacting dans les cavités résonantes. Des bi-couches de films supraconducteurs tel que le NbTiN- ALN ont été aussi déposé par ALD et nous sommes en train d'optimiser le procédé afin de le tester prochainement sur une cavité RF en Niobium.

Posters / 61

Mesures rapides des dimensions transverses et de la position du faisceau d'électrons sur l'anneau de SOLEIL

Auteurs: Marie LABAT[1]; Moussa El Ajjouri[2]; Aurélien Bence[2]; Dominique Pedeau[2]; Meghana Patil[3]; Michele Caselle[3]; Nicolas Hubert[1]

[1] *SOLEIL*

[2] *Synchrotron SOLEIL*

[3] *KIT*

Auteur correspondant marie.labat@synchrotron-soleil.fr

Sur l'anneau du synchrotron SOLEIL, trois lignes de lumières sont dédiées au diagnostic du faisceau d'électrons: deux dans le domaine des rayons X et une dans le domaine du visible. La ligne dans le visible utilise le rayonnement synchrotron émis dans l'un des dipôles de l'anneau puis extrait à l'aide d'un miroir fendu utilisé en mode surf (le miroir "surfe" sur le haut de la nappe de rayonnement synchrotron émise par le dipole). Le rayonnement dans le visible est ensuite transporté jusqu'à une cabane optique située dans le hall expérimental, permettant l'imagerie du faisceau au point source sur une caméra CCD standard. Dans la perspective d'un upgrade de l'anneau et du commissioning d'un nouvel aimant aimant d'injection (Multipole Injection Kicker), deux nouvelles branches ont été récemment installées dans la cabane, équipées de deux nouvelles caméras (une caméra KALYPSO et une caméra CCD standard).

Les premiers résultats obtenus sur ces nouvelles branches, en termes d'imagerie rapide / haute résolution du faisceau, seront présentés ici.

Posters / 67

Les diagnostics faisceau pour l'upgrade de SOLEIL

Auteurs: Nicolas Hubert[1]; Aurélien Bence[2]; Moussa El Ajjouri[None]; Marie LABAT[1]; Dominique Pedeau[2]

[1] *SOLEIL*

[2] *Synchrotron SOLEIL*

Auteur correspondant marie.labat@synchrotron-soleil.fr

Le Synchrotron SOLEIL a un projet d'upgrade pour renouveler son anneau de stockage. Le CDR a été publié récemment et la phase de TDR doit se terminer vers fin 2023.

Pour les diagnostics faisceau, une large part des équipements devra être remplacée, à la fois pour répondre aux nouvelles spécifications de l'accélérateur, mais aussi pour des raisons d'obsolescence des systèmes électroniques actuels. Parmi ces instruments, les plus délicats à réaliser seront la mesure de taille transverse (avec une resolution sub nanométrique), les moniteurs de position ou les système de feedback qui assurent la stabilité des paramètres du faisceau. La machine actuelle pourra être utilisée pour valider les prototypes et il est prévu de réaliser l'upgrade de certains systèmes diagnostics avant l'arrêt technique de façon à accélérer et faciliter le commissioning de la future machine.
Le poster présente les différents systèmes diagnostics qui sont prévus pour l'upgrade de SOLEIL.

Dynamique faisceau / 1

Dynamique longitudinale à fort champ accélérateur, changement de paradigme.

Auteur: Jean-Michel LAGNIEL[1]

[1] *GANIL*

Auteur correspondant jean-michel.lagniel@ganil.fr

La dynamique longitudinale dans un linac rf est complexe, en premier lieu parce que les forces de focalisation sont non linéaires. L'approximation douce, valide quand le taux d'accélération est faible (dW/W « 1), permet cependant de bien décrire et de comprendre les trajectoires dans l'espace des phases longitudinal, les variations de l'avance de phase avec l'amplitude des oscillations, les séparatrices···C'est ce qui est habituellement enseignés.
Dans le cas de l'utilisation de cavités supraconductrices pour obtenir de forts champs accélérateurs l'approximation douce n'est généralement plus valide, la dynamique dans le plan longitudinal n'est plus celle que nous connaissons. Même des notions simples comme celles de phase synchrone et de facteur de temps de transit sont à revoir. La focalisation non linéaire peut exciter des résonnances qui perturbent le faisceau, même sans charge d'espace (grossissements d'émittance, réduction de l' acceptance longitudinale), et il faut aussi prendre en compte un fort amortissement des oscillations de phase.
Le linac SPIRAL2 sera pris comme exemple pour expliquer ça.

Dynamique faisceau / 31

Limitations en intensité dans le plan longitudinal du PS au CERN

Auteur: Alexandre Lasheen[1]

[1] *CERN*

Auteur correspondant alexandre.lasheen@cern.ch

Un des prérequis du projet d'augmentation de la luminosité dans le LHC (HL-LHC) est la multiplication de l'intensité du faisceau par un facteur deux. Cet objectif est ambitieux aussi pour la chaîne d'injecteurs, dont les performances sont améliorées dans le cadre du projet LIU. Une des limitations principales des injecteurs est l'instabilité du faisceau dans le plan longitudinal. Dans le Synchrotron à Protons (PS), de multiples instabilités ont pu être observées. La plus critique est l'instabilité des paquets en mode couplé, dipolaires et quadrupolaires. Les modes dipolaires sont à présent atténués par un système de boucle de rétroaction dédié. Des études ont été conduites pour trouver la source de l'instabilité en mode quadrupolaires et d'évaluer la possibilité d'utiliser une cavité à haute harmonique pour stabiliser le faisceau par amortissement de Landau. Le projet d'amélioration des injecteurs s'applique aussi aux faisceaux d'ions. Pour ceux-ci, un instabilité micro-onde a été observée

à la transition. Des études sont en cours pour trouver leur origine et l'éventuel impact de la source d'impédance sur le faisceau de protons.

Instrumentation / 43

Les Diagnostiques de faisceaux au CERN

Le groupe d'instrumentation de faisceau du CERN développe et opère l'ensemble des moniteurs de faisceau qui sont installés dans le complexe d'accélérateurs.
Apres un arrêt technique de plus de 2 années, les machines redémarrent en 2021 avec un système d'instrumentation grandement rénové. Cette presentation mettra l'accent dans une premier temps sur les nouveaux systèmes qui ont été récemment mis en operation. La seconde partie de cette contribution présentera les principales activités de R&D que le groupe poursuit en ce moment afin de développer les instruments qui seraient nécessaires pour les prochains accélérateurs du CERN (High Luminosity LHC, CLIC, FCC, AWAKE, $\cdots$).

Médical / 30

Design, commissioning et acceptance d'une ligne de recherche en protonthérapie: l'expérience de Sigmaphi.

Auteur: Virgile LETELLIER[None]

Auteur correspondant vletellier@sigmaphi.fr

Le but de ce travail est de rendre compte de notre expérience dans le développement et la mise en œuvre d'une ligne de faisceau clef en main pour un institut de recherche sur le cancer. Cette ligne de protons d'énergie comprise entre 70 et 245MeV permet le transport, la dosimétrie et le scanning du faisceau en provenance d'un cyclotron.

Le développement inclus l'étude du transport jusqu'à la cible, l'ensemble des éléments de la ligne de faisceau (vide, aimants, châssis, diagnostiques, alimentation…) ainsi que toute la partie automatisme et logiciel. L'objectif balistique étant d'obtenir des faisceaux de faibles tailles (7mm sigma) scannés. Le champ maximal est de 30x40cm2, à 2.3m des aimants de scanning et la vitesse est de 20m.s-1. Une précision et une répétabilité dosimétrique ainsi que des index d'homogénéité inférieurs à 3% ont également été demandés pour tous les scénarios possibles. Du design au commissionning, 14 mois ont été nécessaires. L'acceptance révéla des incertitudes supérieures sur la partie dosimétrique, ainsi que des temps de balayage supérieurs. Ces paramètres ont ensuite été optimisés afin d'atteindre les spécifications.

Le système fut finalisé avec succès en décembre 2020. Sigmaphi gère maintenant l'amélioration continue de ce système. Ce projet fut une expérience enrichissante et encourage Sigmaphi dans la poursuite du développement des lignes de faisceaux.

Doctorants / 7

Modélisation dynamique des systèmes cryogéniques et radiofréquences de l'Accélérateur Linéaire Supraconducteur du projet MYRRHA

Auteur: Cédric Lhomme[1]

Co-auteurs: Patxi DUTHIL [1]; Olga Kochebina [2]; Tomas Junquera [2]

[1] *IJClab*

[2] *ACS*

Auteur correspondant cedric.lhomme@ijclab.in2p3.fr

La phase initiale du projet MYRRHA, MINERVA, menée par le SCK-CEN, verra la construction d'un accélérateur linéaire supraconducteur produisant un faisceau continu de protons d'énergie 100 MeV et d'intensité 4 mA en 2026.
Pour atteindre de telles performances, il est nécessaire de développer d'une part un système cryogénique de réfrigération fournissant de l'hélium superfluide à la température de 2 K aux 60 cavités SPOKE, et d'autre part des systèmes de régulation du champ accélérateur radiofréquence (RF) et de la fréquence de résonance des cavités. La robustesse de ces systèmes est cruciale pour la fiabilité de l'accélérateur.
La thèse porte sur le développement d'un outil de simulation numérique sous MATLAB/Simscape permettant la modélisation dynamique des processus RF et cryogéniques fortement couplés au sein du cryomodule, dans le but d'en optimiser la conception.
La modélisation des composants cryogéniques et RF tels que les vannes, l'échangeur, les cavités et coupleurs est en cours, s'appuyant sur les études de conception et sur des tests intermédiaires individuels. Le modèle complet sera validé sur le test du prototype de cryomodule SPOKE actuellement en préparation à l'IJClab.

Doctorants / **5**

Etude de l'Application de la Methode du Centre Guide aux Trajectoires des Electrons dans les Champs Magnetiques de Source d'Ions

Auteurs: Jose Antonio MENDEZ GIONO[1]; Thomas THUILLIER[2]; Tiberiu MINEA[3]

[1] *LPSC - LPGP*

[2] *LPSC*

[3] *LPGP - Université Paris-Saclay*

Auteur correspondant jose.mendez-giono@lpsc.in2p3.fr

La méthode du centre guide (CG) permet de propager les particules chargées dans un champ magnétique en s'affranchissant du mouvement hélicoïdal. Cette étude concerne la possibilité d'utiliser l' algorithme du CG dans les simulations de plasma magnétisé de source d'ions. L'algorithme CG est comparé à celui de Boris et on montre que cette approximation reproduit précisément les trajectoires et le comportement périodique des électrons dans un champ magnétique avec un gradient jusqu'à 40 T/m. Une trajectoire confinée loin du centre de la chambre à plasma est ainsi reproduite avec précision pendant 1 µs avec un gain d'un ordre de grandeur sur le temps de calcul. Pour une trajectoire confinée près de l'axe de la source, un déphasage est observé, mais la courbe d'enveloppe spatiale est conservée entre les deux méthodes. Cette étude comparative inclut également l'analyse des trajectoires non confinées des électrons dans une source d'ions légers RCE à 2,45 GHz. Dans ce régime, les trajectoires des électrons ont été reproduites avec une précision excellente par l'approximation CG, permettant une intégration de la trajectoire jusqu'à 30 fois plus rapide par rapport à la méthode de Boris.

Fonctionnement / **63**

Aperçu de la "magie" de l'ancien PS du CERN

Auteur: Elias Metral[1]

[1] *CERN*

Auteur correspondant elias.metral@cern.ch

Le 24 novembre 1959, le premier synchrotron à protons à focalisation forte jamais construit a accéléré un faisceau de protons jusqu'à une énergie cinétique de 24 GeV, devenant pour une brève période l'accélérateur de particules le plus puissant du monde. Depuis lors, son intensité par impulsion a été augmentée de plus de trois ordres de grandeur et le PS fait actuellement partie du complexe d'accélérateurs du grand collisionneur de hadrons. Cela n'aurait pas été possible sans une conception initiale très solide et sans tous les efforts et l'ingéniosité de générations de physiciens des accélérateurs, d'ingénieurs, d'opérateurs et de techniciens, permettant la maintenabilité, la flexibilité et la polyvalence de cet accélérateur unique. Un aperçu de la "magie" du PS du CERN sera présenté.

Vide / 13

Conditionnement du Vide de l'Anneau de Stockage EBS-ESRF

Auteur: Anthony Meunier[1]

Co-auteur: Cristian Maccarrone [1]

[1] *ESRF*

Auteur correspondant anthony.meunier@esrf.fr

Après un an d'arrêt dédié à la construction d'un nouvel anneau de stockage (EBS : Extremely Brilliant Source) l'Installation Européenne de Rayonnement Synchrotron (ESRF) a procédé à sa première injection d'électrons fin 2019. Un des facteurs limitant dans l'obtention des conditions nominales et stables d'opération est l'amélioration du vide (conditionnement) qui pendant la phase de montée en courant impacte fortement la durée de vie du faisceau d'électrons et le niveau de radiation résultant de l'interaction avec les gaz résiduels. Après une revue de l'assemblage de l'anneau et de son instrumentation vide, le conditionnement depuis la première injection jusqu'à 1000A.h sera présenté. Une comparaison avec les simulations montre des résultats au-delà de nos prédictions avec un vide moyen aujourd'hui en deçà de 10-9 mbar. La surveillance du vide et les outils / applications dédiés feront l'objet de la dernière partie de cette présentation : détection, acquisition rapide et diagnostic en temps réel basés sur l'analyse des gaz résiduels et les mesures de pression totale.

Posters / 33

Dépôt NEG pour applications dans les accélérateurs de particules : élaboration et caractérisation

Auteur: Eric Mistretta[1]

Co-auteurs: Bruno Mercier [1]; Gaël Sattonnay [2]; suheyla bilgen ; Jonathan Yemane [3]

[1] *LAL*

[2] *IJCLab*

[3] *Polytech Paris-Saclay*

Auteur correspondant mistrett@lal.in2p3.fr

Les alliages Getter Non Evaporables (NEG) de type Ti-V-Zr sont des matériaux couramment utilisés dans les accélérateurs de particules et dans le LHC en particulier, pour atteindre de très basses pressions dans le domaine de l'ultra vide (10^{-10} à 10^{-11} mbar). Ces matériaux sont en effet capables, après activation à 150°C, de chimisorber les molécules gazeuses sur leur surface. Par ailleurs, ces

alliages possèdent un faible rendement d'émission d'électrons secondaires : leur utilisation permet donc de limiter également les phénomènes de multipacting (phénomène d'avalanche conduisant à la multiplication d'électrons parasites dans les lignes faisceaux) et la formation de nuages d'électrons. Ces alliages NEG sont également envisagés pour être utilisés dans FCCee. Toutefois, cette application nécessite des dépôts de faible épaisseur pour ne pas augmenter l'impédance des chambres à vide. Ainsi, nous présenterons des premiers résultats concernant des dépôts NEG Ti-V-Zr sur cuivre à l'aide d'un bâti Magnetron Sputtering. Nous nous attacherons à présenter notamment le lien entre la microstructure du dépôt réalisé et le rendement d'émission d'électrons secondaires.

Posters / 23

Vibration mitigation studies at the Interaction Region of the Future Circular Collider FCC-ee

Auteurs: Eva MONTBARBON[1]; Laurent BRUNETTI[1]; Freddy POIRIER[2]; Benjamin AIMARD[1]; Gaël BALIK[1]; Agnès DOMINJON[1]; Giovanni LAMANNA[1]

[1] *LAPP*

[2] *Arronax/CNRS*

Auteur correspondant montbarbon@lapp.in2p3.fr

The Future Circular Collider (FCC-ee) is the proposed future high-intensity and high-energy CERN's lepton collider. High luminosities at the production poles (z,w,h,t) are planned at the Interaction Points (IP); thus very low beta star values are required at the IP, implying the use of very strong quadrupoles. Concurrently, LAPP work has underlined the strong correlation between ground motion induced vibrations of the quadrupoles close to the Interaction Region (IR) and loss of luminosity at the IP of SuperKEKB. Both FCC requirements and SuperKeKB experience point out the need to investigate thoroughly on the FCC-ee IR.
Considering the z-pole optics design of FCC-ee, we are evaluating the impact of quadrupoles'misalignments on emittance. The first stage of our work consists of adding static displacements and quantify the loss of luminosity. To better consider the temporal dependence of ground motion models, correction schemes to mitigate these hindering effects and dynamic misalignments have to be introduced in the simulations. Ultimately, this will allow to define alignment tolerances of the IR quadrupoles and mechanical design of magnets, including their associated girders. Status of the work is presented.

Doctorants / 15

Status of the double Penning trap mass spectrometer MLLTRAP

Auteur: Elodie MORIN[1]

[1] *IJCLab*

MLLTRAP is a double Penning trap mass spectrometer (PTMS) which is located at the ALTO facility. Neutron rich exotic nuclei are produced by photo-fission at ALTO and the element of interest can be selected using a laser ion source. The ions are accelerated up to a few tens of keV to provide a low energy beam to the experimental setups. Upstream from the PTMS, the low energy beam is transported to a linear segmented Paul trap (RFQCB) where the ions are cooled and bunched. When ejected from the RFQCB, they are decelerated to be injected into the PTMS. In a first stage, the off-line commissioning of the setup will be performed with a stable ion source, developed at Orsay, at ground and high voltage. This first stage requires the upgrade of the current control and detection systems to implement the Phase-Imaging Ion-Cyclotron-Resonance (PI-ICR) technique at MLLTRAP. The first mass measurements campaign for MLLTRAP will focus on the silver isotopes

towards the shell closure N = 82. In this contribution, the progress on the assembly and the off-line commissioning of the different sections of MLLTRAP will be presented as well as the timeline for the first measurements campaign at ALTO.

Posters / 39

Diagnostics numériques de l'accélération laser-plasma en régime ultra-relativiste

Auteurs: Ioaquin Moulanier[1]; Lewis Dickson[2]; Aubin Grémaud[1]; gilles maynard[3]; Brigitte Cros[4]

[1] *LPGP*

[2] *ITFIP - LPGP - Université Paris Saclay*

[3] *LPGP Univ. Paris-Sud CNRS*

[4] *LPGP-CNRS-Université PAris Sud*

L'accélération laser-plasma est un domaine prometteur permettant d'accélérer des électrons avec de forts gradients sur de très courtes distances. Les premières expériences ont eu lieu récemment sur l'installation laser multi-PW Apollon. J'ai développé des diagnostics numériques pour comprendre ce régime d'interaction ultra-relativiste et optimiser les paramètres des futures campagnes. La prise en compte d'un profil laser réaliste permet de mieux décrire les déformations spatio-temporelles de l'interaction. Je présenterai des résultats de simulations réalisées via le code FBPIC pour différentes configurations d'injecteur : pression et composition du gaz, profil de densité, longueur de cellule… Les résultats obtenus sont en bon accord avec les résultats expérimentaux. Je présenterai en particulier le diagnostic permettant de relier les propriétés finales des électrons et leur zone d'injection dans l'onde plasma.

Doctorants / 38

Préparation du démarrage de l'accélérateur ThomX

Auteurs: Alexandre Moutardier[1]; Nicolas Delerue[2]

[1] *IJCLab*

[2] *IJCLab, CNRS et Université Paris-Saclay*

Cette contribution présente le système de rétroaction développé pour améliorer l'injection des électrons dans l'anneau de stockage de ThomX.
ThomX est un prototype de source de rayon X Compton. Un faisceau d'électron est accéléré a 50 MeV puis stocké pendant 20ms dans un anneau de stockage de 17m de circonférence. A chaque tour dans cet anneau le faisceau d'électron rencontre un faisceau laser stocké dans une cavité Fabry-Perrot. Lors de collision électron-photon, ces derniers peuvent récupérer une partie de l'énergie des électrons et passer de 1eV (infrarouge proche) à 45 keV (rayon X dur).
À cause du faible temps de stockage dans l'anneau, l'injection se doit d'être fait le plus proprement possible afin d'éviter de grandes oscillations betatron. En utilisant certaine mesure du faisceau à l'entrée de l'anneau il est possible, moyennant l'utilisation d'un code de calcul analytique de propagation de particule développé au labo, de calculer les corrections qu'il aurait fallu dans les 2 derniers déviateurs de la ligne de transfert pour réussir à injecter le faisceau avec une précision de l'ordre de la centaine de micromètres.
Le système de rétroaction a été testé grâce à des simulations MadX. D'après ces simulations, les performances désirées peuvent être atteintes en moins de 60 itérations, donc en quelque minute.
Ici nous présentons l'algorithme développé ainsi que les simulations faites et les performances obtenues.
Le commissioning de l'accélérateur ayant commencé début juin 2021, un rapport sur les diagnostics du Linac sera aussi être présenté.

Officiel / 54

Conclusion

Auteur correspondant laurent.nadolski@synchrotron-soleil.fr

Projets / 3

Présentation de la phase APS pour l'upgrade de SOLEIL

Auteur: Laurent NADOLSKI[1]

[1] *Synchrotron SOLEIL*

SOLEIL prépare son upgrade vers une source de lumière synchrotron de quatrième génération. La phase d'avant-projet simplifié (APS) est terminée et le travail pour produire un rapport d'avant-projet détaillé va commencer. L'émittance à l'équilibre obtenue dans la maille de référence de l'APS (80 pm.rad) est environ 50 fois plus faible que celle de l'anneau de stockage existant (4000 pm.rad). Des faisceaux ronds de moins de 10 micromètres RMS dans les deux plans sont produits au niveau des points sources des sections droites abritant des dispositifs d'insertion. Ceci est rendu possible avec l'utilisation d'une chambre à vide circulaire en cuivre de 10 (à 12) mm de diamètre intérieur intégrant un revêtement NEG permettant d'atteindre de forts gradients quadripolaires et de très fortes forces sextupôlaires et octupôlaires. Comme tous ces défis techniques poussent les technologies d' ingénierie à leurs limites, un programme intense de R et D a été lancé, basé sur des simulations numériques, des prototypes et des mesures. L'utilisation massive d'aimants permanents est largement envisagée dans ce projet, ce qui peut réduire de moitié la consommation d'énergie électrique et diminuer considérablement les coûts d'exploitation.

Officiel / 52

Introduction

Auteur correspondant laurent.nadolski@synchrotron-soleil.fr

Doctorants / 26

Conception et mise en service d'un kicker d'injection multipolaire pour l'anneau de stockage de SOLEIL

Auteur: Randy OLLIER[1]

[1] *Synchrotron SOLEIL*

Obtenir des distorsions résiduelles d'orbite fermée <10% de le taille du faisceau stocké dans les synchrotrons de 3ème génération est difficile. Le système d'injection standard de SOLEIL repose sur 2 septa et 4 kickers dipolaires, installés dans une section droite longue de 12m. Le réglage fin des kickers est insuffisant pour obtenir une injection transparente, car ceux-ci ne sont pas identiques, tant du point de vue de leur électronique que du dépôt de titane des chambres céramiques. Afin de réduire les perturbations d'injection, le remplacement des kickers par un aimant pulsé, de champ magnétique nul sur le trajet du faisceau stocké, est étudié. Ce Multipole Injection Kicker (MIK), fut développé et construit par SOLEIL, et mis en service avec succès sur l'anneau de stockage de MAX IV, en tant qu' équipement central de l'injection. Les perturbations mesurées sur l'orbite fermée sont inférieures

à 7 um. Une réplique identique du MIK fut installée sur l'anneau de SOLEIL en janvier 2021. Les études préliminaires à l'installation du MIK et les résultats de la mise en service sont présentés. Ce prototype démontre la faisabilité d'un tel schéma d'injection pour SOLEIL Upgrade.

Démarrage / 20

SPIRAL2 : mise en service et montée en puissance

Auteur: Angie Karina Orduz[1]

[1] *CEA*

La mise en service du linac SPIRAL2 a débuté dès l'obtention de l'autorisation ASN le 8 juillet 2019, en premier par les réglages de la ligne moyenne énergie (LME, entre le RFQ et le linac), y compris les réglages du sélecteur de paquet, puis par les réglages du linac.
Au cours de ces deux fois 6 mois de mise en service, les réglages de la LME, du linac et des lignes haute énergie (LHE) vers l'arrêt faisceau et vers la salle d'expérience NFS (Neutron For Science) ont été validés. Un fonctionnement stable avec un faisceau de proton de 16 kW (10 % du cycle utile) a été réalisé, il montre que les conditions sont déjà remplies (maitrise des pertes faisceau) pour pouvoir fonctionner à la puissance nominale (160 kW proton, 200 kW deuton).
Les différentes étapes de la mise en service et les résultats obtenus sont présentés.

Démarrage / 9

Le RFQ d'ESS: Du design aux premiers faisceaux

Auteur: Olivier Piquet[None]

Dans le cadre du projet ESS à Lund (Suède), le CEA est en charge du RFQ, première cavité accélératrice, qui permet d'accélérer le faisceau de protons jusqu'à une énergie de 3.6 MeV. Cet exposé retrace les principales étapes de son design, de sa fabrication, de son installation et de son intégration à ESS. Le conditionnement du RFQ et les premiers résultats obtenus avec le faisceau seront alors présentés.

Posters / 41

Un Réseau Instrumentation Faisceau en France

Auteur: Freddy Poirier[1]

Co-auteurs: Nicolas Delerue [2]; Francis Osswald [3]; Christophe Peaucelle [4]; Laurent Daudin [5]; Chaker Maazouzi [3]

[1] *Arronax/CNRS*

[2] *IJCLab, CNRS et Université Paris-Saclay*

[3] *IPHC*

[4] *LPSC*

[5] *CENBG*

Auteurs correspondants: chaker.maazouzi@iphc.cnrs.fr, francis.osswald@iphc.cnrs.fr, poirier@arronax-nantes.fr

Les performances des accélérateurs dépendent crucialement de la capacité à mesurer et contrôler les propriétés des faisceaux. La recherche et développement des diagnostics faisceaux accompagne ainsi les demandes de plus en plus exigeantes sur les faisceaux qu'ils soient à haut courant, avec une petite émittances ou à basse énergie. Des améliorations et des nouvelles techniques sont continument mise en place. Pour soutenir ces travaux, le réseau instrumentation faisceau, a vu le jour en 2018 a l'IN2P3. 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. Le réseau met en commun une dizaine de laboratoires et se veut réunir les acteurs du domaine en France. Une présentation du réseau et de ses activités est proposée.

Posters / 42

Premières approches de l'apprentissage automatique appliquée aux données du cyclotron C70XP d'Arronax pour la production de radio-isotopes

Auteur: Freddy Poirier[1]

Co-auteurs: Charly Lassalle [2]; Julien Rioult [2]; Diana Mateus [3]

[1] *Arronax/CNRS*

[2] *Arronax*

[3] *LS2N*

Auteur correspondant poirier@arronax-nantes.fr

Le cyclotron C70XP du Groupement d'Intérêt Public Arronax produit régulièrement des radio-isotopes par exemple le strontium 82. Pour soutenir ces productions et collecter les paramètres de l'accélérateur et des diagnostics faisceau et environnementaux de la machine, un réseau EPICS a été déployé. Avec l'accumulation de ces nouvelles données et afin d'étudier l'impact des paramètres de la machine sur la production, il a été mis en place un programme d'étude employant l'apprentissage automatique. Le poster présentera les travaux en cours ainsi que les algorithmes explorés dans l'analyse, plus particulièrement ceux appliqués à la détection d'anomalies.

Posters / 74

Optimisation de cavités radio fréquences grâce à la fabrication additive.

Auteur: Quentin Ponchon[1]

[1] *IJCLab*

Auteur correspondant quentin.ponchon@ijclab.in2p3.fr

Les cavités radio fréquences supraconductrices (SRF) en niobium (Nb) massif sont actuellement la technologie de choix pour les accélérateurs actuels et futurs. L'augmentation des performances RF de ces cavités et la réduction des coûts de fabrication et d'opération posent de véritables défis technologiques.
Fort heureusement de nouveaux matériaux, structures multicouches et techniques de refroidissements offrent de véritables opportunités technologiques qui permettront de réduire significativement les coûts cryogéniques tout en augmentant les performances.
Ce projet propose de développer et de caractériser de nouveaux alliages et structures de cavités avec des circuits de refroidissement intégrés par impression 3D/fabrication additive. Ces structures serviront de « substrat » pour le dépôt de films supraconducteurs. Je présenterai l'optimisation des

paramètres du procédé de fusion laser sur lit de poudre (FLLP) pour densifier les pièces sur des alliages de cuivre. Puis, ces échantillons, obtenus par FLLP, seront post-traités par éléctro-polissage pour atteindre des rugosités de surface compatibles avec les dépôts de films minces supraconducteurs.

Posters / 73

Optimisation des délais de mise en condition des LIA de linstallation EPURE

Auteurs: Frédéric POULET[1]; Aurélien BOUR[2]; Frédéric CARTIER[2]

[1] *CEA*

[2] *VA/EPURE/UPRX*

Auteur correspondant frederic.poulet@cea.fr

CEA-DAM/VA/EPURE/UPRX –F. Poulet, A. Bour, F. Cartier
Abstract

La seconde phase du Projet Franco-Britannique EPURE au CEA de VALDUC verra d'ici à la fin 2022 l'intégration d'un nouvel axe de radiographie de type LIA pour la réalisation future d'expérimentations hydrodynamiques à 3 axes. Depuis le début de l'installation EPURE, une gestion optimale des obsolescences technologiques accompagnée de nombreux travaux de recherche et de développement ont permis d'accroitre nos connaissances sur le comportement du faisceau d'électrons transporté, et d'optimiser les performances délivrées par le premier axe radiographique.
Ce poster présente notamment les travaux menés dans le cadre de l'évolution des chaines de mesure diagnostiques applicables à la technologie LIA (évolutions menées sur l'Axe 1 et transposables à l' Axe 3) et des codes de dynamique faisceau utilisés. L'un des principaux objectifs de l'exploitant étant à court terme de proposer une optimisation des délais dédiés aux phases de préparation et de qualification des accélérateurs d'EPURE pour répondre à l'enchaînement des cycles expérimentaux de la Phase 2.

Démarrage / 22

ESRF-EBS : Mise en œuvre et mise en service, performance et redémarrage de l'exploitation utilisateurs

Auteur: Jean-Luc revol[1]

[1] *ESRF*

Auteur correspondant revoljl@esrf.fr

L'installation européenne de rayonnement synchrotron - source extrêmement brillante (ESRF-EBS) est une mise à niveau de l'installation permettant à ses utilisateurs scientifiques de profiter de la première source de lumière à haute énergie de 4e génération.
En décembre 2018, après 30 ans de fonctionnement, le faisceau s'est arrêté pour un arrêt de 12 mois pour démanteler l'ancien anneau de stockage et installer la nouvelle source de rayons X. En décembre 2019, le premier faisceau a été stocké et accumulé dans l'anneau de stockage, permettant de démarrer le conditionnement vide et le réglage de l'optique. Le faisceau a été livré aux lignes de lumière en mars 2020 pour leur remise en service. Le 25 août, le programme utilisateur a été redémarré avec des paramètres de faisceau très proches des valeurs nominales.
Dans cette présentation, les jalons et les aspects clés du redémarrage des accélérateurs ainsi que le retour au mode utilisateur seront présentés et discutés.

Posters / 65

Fonctionnement des accélérateurs de SOLEIL, dans le contexte de la pandémie de COVID-19

Auteur: Guillaume Roux[1]

[1] *Université Paris Saclay*

Auteur correspondant guillaume.roux@universite-paris-saclay.fr

Le synchrotron SOLEIL est la source de rayonnement synchrotron française de 3ème génération. Il est opérationnel depuis 2007 et fournit des faisceaux de photons d'une intensité maximale de 500 mA, 5 000 heures par an, à 29 lignes de lumière. Le 16 mars 2020, l'activité du site a dû s'arrêter en raison du confinement national lié à la pandémie COVID-19. Elle a repris progressivement à partir 11 mai par un arrêt machine de deux semaines, limitée aux seules maintenances. Le faisceau a redémarré, tel que prévu avant la pandémie, le 18 mai sans autre impact sur le planning de fonctionnement 2020. Afin de pérenniser au maximum l'opération, tout en assurant la sécurité du personnel avec le recours au télétravail, de nombreux aménagements ont été mis en place tels qu'une modification de la salle de contrôle, la mise en place d'une salle de contrôle annexe, l'ouverture de connexions au réseau de contrôle de la machine depuis les bureaux de SOLEIL et en distanciel, la mise en place de logiciel de conférence, une organisation spécifique des interventions....
Malgré toutes ces contraintes, les efforts de chacun ont permis d'assurer une continuité de service et pour l'année 2020 les performances n'ont pas été affectées (4ème meilleure année 98.8% et 105h e MTBF).

Doctorants / 21

Radiation betatron et preservation de l'emittance d'un faisceau d'electron à FACET-II.

Auteurs: Pablo San Miguel Claveria[1]; Sebastien Corde[2]

[1] *Laboratoire d'Optique Appliquée (IP Paris)*

[2] *LOA, IP Paris*

Auteur correspondant pablo.san-miguel@ensta-paris.fr

L'installation Facility for Advanced Accelerator Experimental Tests (FACET-II) au SLAC, très prochainement opérationnelle, est sur le point de fournir les premiers faisceaux d'électrons pour les expériences d'accélérateur de champ de sillage par onde plasma (PWFA). Ce nouvel appareil pourra produire des faisceaux avec des paramètres inédits, en particulier un courant de crête très élevé et une faible émittance, ce qui les rendent parfaitement adaptés pour explorer les défis actuels dans le domaine PWFA. L'exposé présentera les résultats préliminaires de l'expérience E-300 PWFA à FACET-II. Les principaux objectifs expérimentaux de l'expérience E-300 sont la démonstration de l'épuisement complet de l'énergie du faisceau "drive"(pour une efficacité énergétique élevée), l'accélération des électrons jusqu'à 2 fois leur énergie initiale, le contrôle de l'écart final de l'énergie du faisceau accéléré et la démonstration de la préservation de l'émittance. Pour ce dernier objectif, une combinaison d'un diagnostic d'émittance directe basé sur une mesure de la taille du faisceau à résolution d'énergie unique et d'un diagnostic non destructif basé sur le rayonnement gamma bêtatron sera testée. Les simulations ont montré que le rayonnement bêtatron émis par les paquets d' électrons dans PWFA peut être utilisé pour récupérer la dynamique du faisceau lors de sa propagation dans le plasma et pour atteindre expérimentalement les "matching conditions", une exigence clé pour atteindre la préservation de l'émittance à FACET-II. Cet exposé mettra en évidence le principe de fonctionnement de cette technique de diagnostic par rayonnement bêtatron, expliquera comment cette technique peut fournir de l'information sur la dynamique du faisceau, et présentera sa mise en œuvre à FACET-II

Vide / 35

Rôle de la chimie de surface sur les propriétés des matériaux pour accélérateurs : conditionnement et émission électronique secondaire

Auteur: Gaël Sattonnay[1]

Co-auteurs: suheyla bilgen ; Bruno Mercier [2]; David LONGUEVERGNE [3]; sarra bira ; Thomas Proslier [4]; Yasmine Kalboussi [5]

[1] *IJCLab*

[2] *LAL*

[3] *IPNO*

[4] *CEA-Saclay*

[5] *CEA IRFU*

Auteur correspondant sattonnay@ijclab.in2p3.fr

Les performances actuelles et futures des accélérateurs de particules de hautes énergies se trouvent limitées par les matériaux constituant les lignes faisceaux et les cavités supraconductrices. En particulier, de nombreux phénomènes parasites sont directement liées aux interactions entre des particules (électrons, ions, photons) et la surface du matériau constituant les parois des chambres à vide ou des cavités supraconductrices radiofréquences. La nature du matériau ainsi que la morphologie et la chimie de surface peuvent ainsi directement impacter le comportement global des composants dans un accélérateur. Par exemple, l'effet néfaste de multiplication des électrons (conduisant à la création de nuage d'électrons dans le LHC) est directement lié aux propriétés des surfaces impactées, et notamment à la valeur du rendement d'émission électronique secondaire qui dépend de la chimie de surface. L'enjeu est donc de rechercher des traitements de surface spécifiques qui permettent de limiter le SEY. Cette contribution présentera ainsi des résultats soulignant le rôle joué par la chimie des surfaces dans ces phénomènes impactant le fonctionnement des accélérateurs.

Médical / 44

Research, Innovation, and Development Process of a Radiation Therapy Device Manufacturer

This presentation will introduce Varian's research, innovation, and development process, the leading manufacturer of radiation therapy devices and radiation therapy solutions. After the introduction of Varian, now a Siemens Healthineers Company, today's product portfolio focusing on external beam radiation therapy (EBRT) devices used in high-energy X-ray therapy and essential imaging applications used in modern EBRT will be presented. Varian's innovation and research process are described based on the successful history of radiation therapy, today's technical innovations, and the cancer problem we face.

For a high-tech company, innovation and research must be materialized, released to the market, and appreciated by customers to become successful products distributed worldwide. The presentation reviews the process of transitioning innovation into the development process, the development cycles including testing, releasing, and approving commercial products for medical use. Challenges such as the reliability and upgradability of our solutions will be addressed together with our processes, ensuring the manufacturing quality of our high-tech subsystems of the radiation therapy delivery systems.

In addition, collaborations with academic researchers are addressed, helping to provide input for future developments. Finally, challenges in research, development, quality assurance, and service of our high technology solutions are mentioned, and various examples are being presented for illustration.

Prix / 47

Présentation par le récipiendaire du prix Laclare: Augmentation de l'énergie des électrons produits par accélération laser-plasma

Auteur correspondant cedric.thaury@ensta-paris.fr

Les accélérateurs laser-plasma permettent de générer des champs électriques de l'ordre de 100 GV/m, bien supérieurs à ceux produits dans les accélérateurs conventionnels. Produire des champs électriques de très grande amplitude reste néanmoins inutile si les électrons accélérés ne sont pas maintenus dans le champ accélérateur sur une distance significative. En pratique, plusieurs phénomènes viennent limiter la longueur d'accélération à quelques millimètres seulement. Sans l'utilisation d' une technique permettant d'augmenter cette longueur, le gain dans la plupart des accélérateurs laser-plasma est ainsi de quelques centaines de MeV. Il peut atteindre 1 à 3 GeV en utilisant un laser plus puissant (laser PW), avec dans ce cas une accélération sur quelques centimètres.

Nous discutons ici deux stratégies qui permettant de luter contre les phénomènes qui limitent le gain en énergie. Nous présentons tout d'abord une technique innovante pour guider l'impulsion laser et ainsi étendre la longueur d'accélération. Cette technique nous a permis d'augmenter l'énergie des électrons de 400 MeV à 1 GeV sur notre installation, sans perte de charge. Nous discutons ensuite un nouveau schéma d'accélération, qui permet de s'affranchir de ce guidage tout en maintenant les électrons dans la région ou le champ accélérateur est maximal. Cette nouvelle approche pourrait permettre des gains en énergie de plusieurs ordres de grandeur.

Sources / 27

comparaison simulation/expérience de l'évaporation de calcium d'un four de source d'ions RCE

Auteurs: thomas THUILLIER[1]; Alexandre Leduc[2]; Laurent Maunoury[3]; Olivier Bajeat[3]

[1] *LPSC*

[2] *PIIM*

[3] *GANIL*

Le flux d'évaporation de calcium extrait du four de la source d'ions à la résonance cyclotronique électronique PHOENIX V3 du GANIL a été mesuré expérimentalement en fonction de la température et de l'angle d'émission des atomes au moyen d'une micro-balance en quartz. Un code de simulation Monte-Carlo permet de reproduire correctement les caractéristiques de l'émission des atomes et d'étudier son fonctionnement. Le flux mesuré par le four en fonction de la température permet de donner des nouvelles valeurs aux coefficients de l'équation d'Antoine pour le calcium. Le phénomène d'hystérésis de flux observé à la mise en route des fours de calcium est quantitativement expliqué par le processus transitoire de fabrication d'une couche de calcium en surface du creuset en tantale: lorsque la couche est complète, le temps de collage des atomes de calcium est réduit, la surface totale du creuset devient émissive et s'ajoute à celle de l'échantillon de Ca. La pression augmente alors substantiellement dans le creuset pour atteindre la pression de vapeur saturante.

Petites machines / 50

PRECy

Auteurs: Elian BOUQUEREL[1]; Emil Traykov[2]; Michel Pellicioli[2]

[1] *IPHC-IN2P3/CNRS*

[2] *IPHC*

Auteurs correspondants: elian.bouquerel@iphc.cnrs.fr, michel.pellicioli@iphc.cnrs.fr, emil.traykov@iphc.cnrs.fr

PRECy est la nouvelle composante du plateau technique CYRCé développé depuis 2008 à l'IPHC. Ce vaste projet a pour ambition de rassembler sur un même site et autour d'un cyclotron de 25 MeV, toutes les composantes essentielles aux études de biologie et de cancérologie utilisant les technologies de marquage et/ou de traitement nucléaires. La plateforme a reçu son premier faisceau de protons en 2020 et peut fournir des faisceaux de très faible intensité, entre 1 femto et 100 nanoampères. Il est même envisageable de travailler en mode proton unique en jouant sur l'intensité du faisceau et les systèmes d'absorption. Un dépôt homogène de dose à quelques % près sur une surface de 5 cm2 est réalisable dans des modes standards ou flash (en quelques dizaines de ms). L'énergie du faisceau est suffisante pour pénétrer jusqu'à 6 mm dans les tissus ou les échantillons biologiques. Cette présentation traite de la conception, du développement optique et de la mise en service de PRECy et de ses premières lignes de faisceaux.

Doctorants / 36

Development and characterization of a thin cryogenic target for ion acceleration.

Auteur: Jeyathasan Viswanathan[1]

Co-auteurs: Fabien Souris [2]; David Garcia [2]; Nicolas Luchier [2]; Julien Fuchs [3]

[1] *CEA Grenoble/DSBT/LCF*

[2] *Cea Grenoble*

[3] *SPRINT/LULI*

Auteur correspondant jeyathasan.viswanathan@cea.fr

With the arrival of new Petawatt laser facilities such as ELI-Beamlines or Apollon, the targets used for laser-plasma acceleration experiments need to evolve, in adequation with the laser repetition-rate, that could be up to 10 Hz. Thus, the new target should meet the high vacuum requirements of the interaction chamber, be stable to focus the laser on it, be refreshed quickly and have a moderate unitary cost. In order to optimize the various acceleration schemes parameters, such as ion energy, the thickness of the target is of paramount importance. I will show that our cryostat ELISE, Experiment on Laser Interaction with Solid hydrogEn, extrudes a continuous solid hydrogen target compatible with high repetition rate laser facilities. This cryogenic target is produced in ribbon form and offers a wide shooting area thanks to the 1 mm width. The current development focuses on the reduction in thickness of the target using an infrared laser and the characterization of a micrometer thickness thanks to a Nomarski interferometer. I will present an acceleration scheme, the operation of the cryostat and, the progress on the target.

Officiel / 53

Présentation de la SFP

Posters / 70

Tuning and conditioning of the ESS RFQ

Auteurs: Pierrick HAMEL[1]; Olivier Piquet[None]; Anne-Catherine Chauveau[1]; Michel Desmons[1]; Matthieu BAUDRIER[1]; Alain France[1]; Augustin Dubois[1]; Yannick Le Noa[1]

[1] *CEA*

The 352 MHz Radio Frequency Quadrupole (RFQ) for the European Spallation Source ERIC (ESS) has been delivered by the end of 2019. It has been provided by CEA, IRFU, Saclay/France. It consists of five sections with a total length of 4.6 m and accelerates the 70 mA proton beam from 75 keV up to 3.6 MeV. It will be fed with 900 kW peak power through two coaxial loop couplers. The installation process the tuning process based on bead-pull measurements and the conditionning is presented on this poster.

Prix / 46

Annonce du prix Jean-Louis Laclare et du prix poster étudiant

Industriels / 59

Présentations flash industriels

Posters / 76

Etat des lieux sur les Cryomodules ESS Medium et Haut Beta

Auteur: Pierre Bosland[1]

[1] *CEA Saclay*

La production des 30 cryomodules medium et haut-beta est une des contributions du CEA à la construction de l'accélérateur ESS. Un cryomodule prototype a été développé par une collaboration avec IJCLab et testé au CEA fin 2018. Le CEA livre l'ensemble des composants de série, sauf les cavités fournies par les partenaires d'ESS (INFN/LASA: cavités medium beta, UKRI/STFC: cavités haut beta). L'assemblage des cryomodules de série est effectué par la société B&S International France dans les locaux du CEA Saclay sous la supervision de l'équipe CEA. L'assemblage du premier cryomodule de série medium beta CM01 a pu débuter en janvier 2019 dès la livraison de la première cavité. Il a ensuite été testé avec succès au CEA entre octobre 2019 et janvier 2020. Il a été livré à ESS à la suite de ce test.
A ce jour, 6 cryomodules de série medium beta, et les deux cryomodules prototypes, ont été assemblés. Le CEA a testé les deux cryomodules prototypes haut beta et 4 cryomodules medium beta de série. Le cryomodule CM02 a été endommagé lors de son test au CEA. Le cryomodule prototype haut beta sera démonté et transformé en cryomodule medium beta spare.
ESS effectue les tests de réception des cryomodules de série avant leur installation sur le LINAC. Le cryomodule CM01 a déjà passé l'épreuve avec succès. Les tests du CM03, deuxième cryomodule de série livré, viennent de commencer et seront suivis par ceux des cryomodules suivants. CM04 a été livré en septembre 21. Un cryomodule sera livré chaque mois à ESS, le dernier étant prévu en avril 2024.