

Chères et Chers Collègues,

Dans ce numéro, vous trouverez quelques nouvelles scientifiques et techniques sur les recherches de P2I ainsi que quelques nouvelles de la Graduate School de Physique et de l'Université Paris-Saclay.

Un événement important récent a été la dernière Journée du LabEx P2IO <https://indico.in2p3.fr/event/28203/>. A cette occasion, nous souhaitons remercier P2IO pour le soutien de nos activités de recherche pendant de nombreuses années. Vous trouverez un article sur le bilan de P2IO dans ce numéro. Environ 65% du budget des différents LabEx de Paris Saclay sera attribué aux Graduate Schools. Vous trouverez également plus d'information ainsi qu'une estimation du budget P2I dans ce numéro.

Je vous rappelle que nous avons un site [cirrus.universite-paris-saclay](https://cirrus.universite-paris-saclay.fr/s/zpQZcC6SWqfFJ8g) (de type extranet) pour diffusion des informations de P2I (par exemple des appels à projets, des comptes rendus de réunions etc.). Ce site est accessible par Adonis pour les personnels de Paris-Saclay et pour tous par le lien <https://cirrus.universite-paris-saclay.fr/s/zpQZcC6SWqfFJ8g>

De la part de P2I, je vous souhaite une excellente année 2023 !

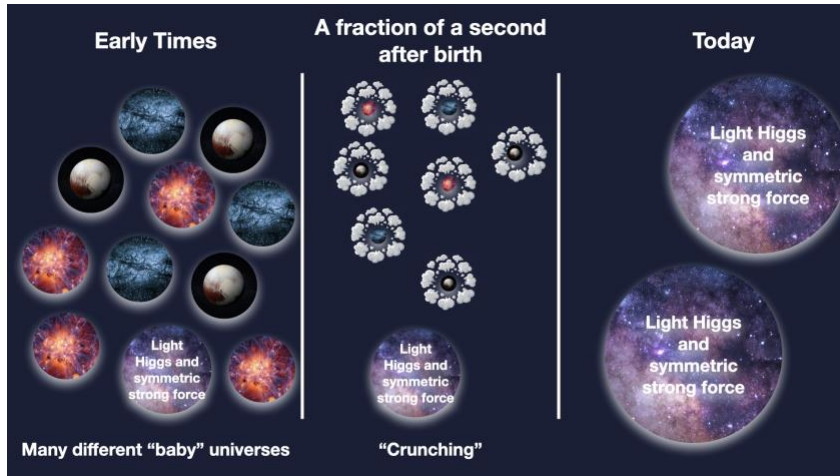
Tiina Suomijärvi
Directrice de l'axe P2I – Graduate School de Physique
Université Paris-Saclay

Dans ce numéro :

<i>Nouvelles scientifiques et techniques</i>	2
Les problèmes de hiérarchie et de CP fort résolus par le multivers ?	2
Contributions à DUNE / PIP II	3
<i>Nouvelles de Paris-Saclay</i>	5
Les dernières Journées du Labex P2IO	5
Budget de la GS Physique et sa ventilation vers les axes	7
Divers	8
Appel à projets	8
<i>Méli-mélo</i>	8

Nouvelles scientifiques et techniques

Les problèmes de hiérarchie et de CP fort résolus par le multivers ?



Pourquoi la masse du boson de Higgs est-elle si petite comparée à la masse de Planck? Pourquoi la limite expérimentale sur le moment dipolaire électrique du neutron est-elle inférieure de 10 ordres de grandeur à la valeur prédite par la théorie des interactions fortes? Ces deux énigmes, connues sous le nom de "problème de hiérarchie" pour la première, et "problème de CP fort" pour la seconde (car elle est liée à un paramètre de la chromodynamique quantique violant la symétrie CP), pourraient s'expliquer en termes de multivers, selon Raffaele Tito D'Agnolo, de l'IPHT.

Dans un article publié dans *Physical Review Letters* avec Daniele Teresi, du CERN, il propose une théorie de l'Univers primordial impliquant une multitude d'univers différant par les valeurs du boson de Higgs et du paramètre θ à l'origine du problème de CP fort. En étudiant l'évolution de ce "multivers", ils ont montré que les univers caractérisés par un boson de Higgs lourd étaient instables et s'effondraient sur eux-mêmes en moins d'une milliseconde, seuls les univers hébergeant un boson de Higgs léger et une très petite valeur du paramètre θ survivant. Pour aboutir à ce résultat, deux champs scalaires très légers et très faiblement couplés ont été ajoutés au Modèle Standard.

Comment tester cette théorie? En recherchant des particules de matière noire extrêmement légères et des moments dipolaires électriques de hadrons. L'un des deux champs scalaires est un candidat pour la matière noire, et sa masse, très petite, est corrélée à la valeur du moment dipolaire électrique du neutron.

Contact : Raffaele Tito D'Agnolo, IPHT, raffaele-tito.dagnolo@ipht.fr

Informations supplémentaires :

- [Phys. Rev. Lett. 128, 021803 \(2022\)](#)
- <https://home.cern/fr/news/news/physics/crunching-multiverse-solve-two-physics-puzzles-once>
- <https://physics.aps.org/articles/v15/s6>

Contributions à DUNE / PIP II

La découverte des oscillations entre les trois saveurs de neutrinos (ν_e , ν_μ ou ν_τ) prouve que les neutrinos ont des masses distinctes. C'est l'une des rares preuves expérimentales incontestables indiquant que de nouvelles interactions ou de nouvelles particules sont nécessaires pour compléter le modèle standard. Deux programmes expérimentaux ambitieux ont été mis en place pour étudier le paradigme à trois neutrinos en mesurant avec précision les paramètres qui régissent le mélange de saveur des neutrinos : Hyper-Kamiokande (HK) au Japon et **Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE)** aux États-Unis.

Dans ce dernier, l'observation de neutrinos en provenance du faisceau produit par le **Long Baseline Neutrino Facility (LBNF)** à partir des accélérateurs de protons de Fermilab s'effectue grâce à un détecteur installé dans le site souterrain de Sanford (SURF) au Dakota du Sud distant de 1300 km de la source ainsi que d'un ensemble de détecteurs proches à Fermilab (fig. 1).

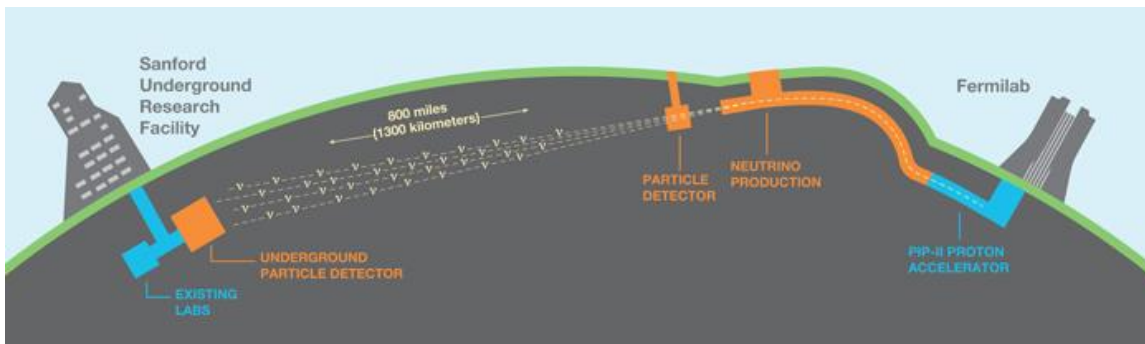


Figure 1 : Principe de l'expérience Long-Baseline Neutrino Facility (Image: Fermilab).

DUNE est un projet unique du fait de l'intensité du faisceau de neutrinos, des caractéristiques du détecteur lointain massif (4 modules de $65.8 \times 17.8 \times 18.9 \text{ m}^3$ contenant chacun 17,5 kT d'argon liquide) et souterrain (1480 m), et de l'utilisation de chambres à dérive à base d'argon liquide. Le programme comporte principalement trois volets : mesures de précision des paramètres d'oscillations, observation de la désintégration du proton, et observation du spectre neutrino/antineutrino de l'explosion d'une supernova galactique.

Pour obtenir le faisceau intense de neutrinos visé, plusieurs améliorations du complexe accélérateur de Fermilab sont nécessaires, dont l'installation en amont du booster d'un accélérateur linéaire de 800 MeV basé sur la technologie des cavités RF supraconductrices. Ces évolutions s'effectuent dans le cadre du projet **Proton Improvement Plan-II (PIP-II)** avec l'objectif de produire des faisceaux de protons de 1.2 MW, tout en laissant ouverte la possibilité d'une future montée en puissance du faisceau LBNF/DUNE jusqu'à 2.4 MW.

Les contributions des équipes P2I à l'expérience LBNF portent sur le détecteur lointain et l'accélérateur supraconducteur, la plupart étant intégrées à la contribution en nature apportée par la France à ce projet.

L'équipe d'IJCLab impliquée sur le détecteur lointain à dérive verticale (sur une distance de 6.5 m) se charge de la conception, la simulation, le montage et l'installation de la cathode de la TPC LAr dont le défi est de délivrer 300 kV sur une surface plane suspendue de $13 \times 60 \text{ m}^2$ dans une épaisseur maximum de 6 cm et une déformation maximale de 1 cm. Elle assure également la conception des cheminées

d'insertion de l'électronique supérieure dans le cryostat, et participe à l'analyse des données des prototypes en cours d'opération au CERN puis à terme à l'analyse de sensibilité à la physique des oscillations.

Les contributions de nos équipes P2I à l'accélérateur portent sur les cryomodules 'Low Beta' abritant les cavités elliptiques à 650 MHz (fig. 2), et sur les cavités 'single spoke' fonctionnant à 325 MHz (fig. 3).

Pour la section accélératrice supraconductrice LB650, l'équipe du CEA/Irfu est en charge de la conception, fabrication et qualification de 10 cryomodules (1 cryomodule de pré-production et les 9 cryomodules de l'accélérateur), les 40 cavités, 40 coupleurs et 40 systèmes d'accord équipant ces cryomodules étant fournis par la collaboration PIP-II après des tests de qualification.

Pour la section spoke SSR2, la contribution de l'équipe CNRS/IJCLab consiste à fournir des coupleurs de puissance RF et des systèmes d'accord en fréquence pour le cryomodule prototype. Pour la phase série, la contribution se focalisera sur la qualification en cryostat vertical de 33 cavités 'single spoke' de l'accélérateur supraconducteur de PIP II.

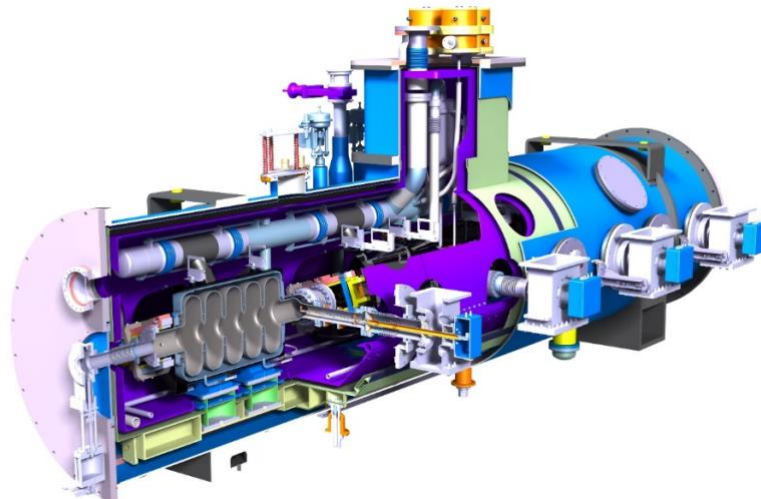


Figure 2 : Maquette du cryomodule LB650 de l'accélérateur supraconducteur de PIP-II (Image : CEA/Irfu).

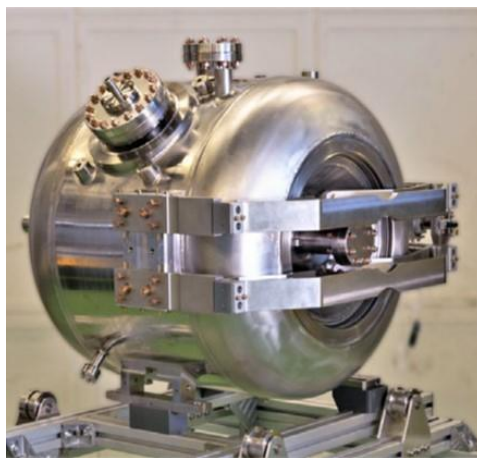


Figure 3 : Prototype de la cavité 'spoke' de l'accélérateur supraconducteur de PIP-II (image : CNRS/IJCLab).

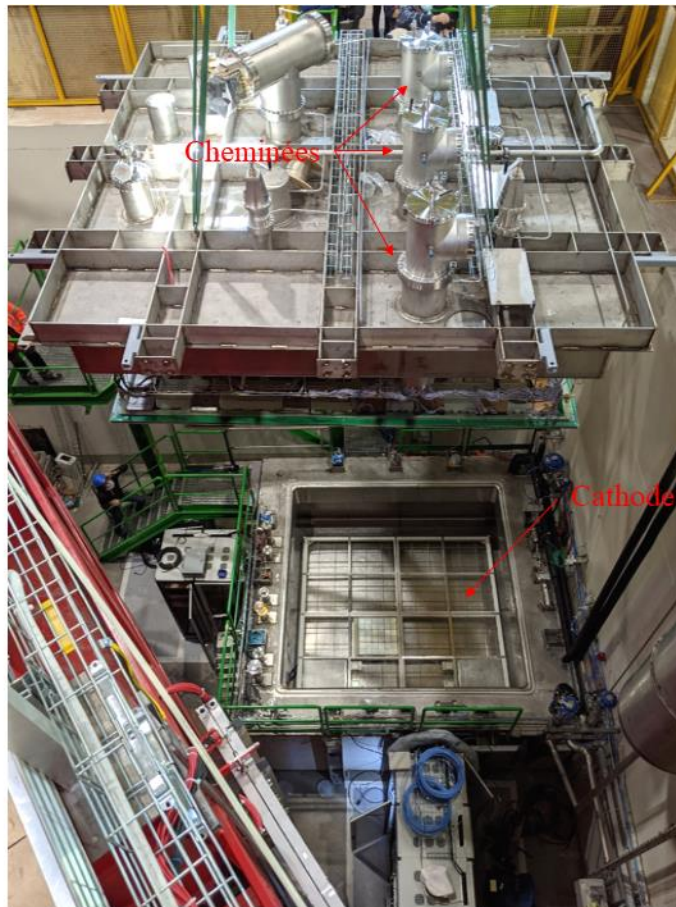


Figure 4 : Prototypes de la cathode et des cheminées en test au CERN dans la ColdBox (3x3x1 m3) (image : CNRS/IJClab)

Contacts : Nicolas Bazin, Irfu/DACM, Nicolas.bazin@cea.fr ; David Longuevergne, IJClab/Pole Accélérateur david.longuevergne@ijclab.in2p3.fr ; Fabien Cavalier, IJClab/Pole PHE fabien.cavalier@ijclab.in2p3.fr

Nouvelles de Paris-Saclay

Les dernières Journées du Labex P2IO

Les 30 novembre et 1er décembre se sont tenues les dernières [Journées du Labex P2IO](#) ainsi que son dernier Conseil Scientifique International (CSI). Ces Journées ont été l'occasion de faire le point sur l'avancement des derniers projets financés par le Labex, de dresser le bilan global de ses actions et de présenter la stratégie de la GS Physique qui devrait poursuivre certaines de ces actions dans le cadre des Axes P2I et Astro.

Comme chaque année, deux prix ont été attribués aux deux meilleures thèses soutenues dans les laboratoires de P2IO, l'un pour un travail dans un domaine scientifique, l'autre pour un travail dans un



La remise des prix de thèse P2IO 2022

domaine technologique ou interdisciplinaire. Les deux lauréats sont :

- Rudolph Rogly (Irfu/DPhN) pour sa thèse intitulée : Mesure du spectre antineutrino de fission de ^{235}U par l'expérience STEREO et préparation de l'expérience NUCLEUS de diffusion cohérente de neutrinos.
- Noé Brucy (Irfu/DAP-AIM) pour sa thèse intitulée : De la dynamique galactique à la formation stellaire : comment est régulé le taux de formation d'étoiles ?

Un peu d'histoire : Le LabEx P2IO a été financé pour 9 ans (2011-2019) par une subvention de 14 M€ de l'ANR dans le cadre du Programme Investissements d'Avenir (PIA) provenant des intérêts d'un fonds de dotation non-consommable. Une prolongation de 5 ans lui a été accordée en 2018. En 2020, il a été intégré dans l>IDEX Université Paris-Saclay qui est devenu le bénéficiaire des 1,36 M€/an alloués au LabEx. UPSaclay a décidé de ne poursuivre le LabEx que pour 3 ans et a autorisé P2IO à engager 4,75 M€ jusqu'à la fin de l'année 2022 sur des projets qui peuvent néanmoins se poursuivre jusqu'à fin 2024.

Quelques chiffres : La plupart des fonds ont été alloués par le biais d'appels à projets avec des critères de sélection basés sur l'excellence scientifique ou technologique, la nouveauté/l'innovation, l'augmentation de la visibilité de Paris-Saclay tout en favorisant les synergies entre les différents laboratoires. Depuis le début du LabEx, ont été alloués à travers ces appels :

- plus de 1,9 M€ à 35 projets de R&D, preuves de concept, idées émergentes,
- un total de 4,2 M€ pour 7 projets de grande envergure, dits Flagships, favorisant la collaboration entre les laboratoires de P2IO et augmentant la visibilité nationale et internationale du Campus Paris Saclay,
- plus de 5 M€ pour 60 bourses de post-docs, en général de deux ans,
- presque 1,5M€ pour 27 demi-bourses de thèse,
- 700 k€ finançant 24 projets dédiés à la création ou la mise à niveau de plateformes technologiques ouvertes à tous les partenaires de P2IO et aux utilisateurs externes,
- 440 k€ alloués à 123 demandes dans le cadre des appels "Emilie du Châtelet" qui soutient depuis 2017, l'invitation de scientifiques, l'organisation de conférences et ateliers, des actions de communication et sensibilisation.

Par ailleurs, des financements ont aussi été octroyés au fil de l'eau, sur demande, en particulier pour des actions d'éducation et formation, comme le soutien aux visites et voyages d'étudiants, l'organisation d'écoles, la réalisation ou la rénovation de plateformes d'enseignement expérimentales innovantes, de MOOCs, etc...

Le CSI a rendu un [rapport](#) très positif sur le bilan du LabEx, saluant les nombreux résultats obtenus par les différents projets financés par P2IO, et en particulier les Flagships, ainsi que l'effet de levier qui a permis d'obtenir des financements complémentaires importants. Il a insisté sur les opportunités significatives offertes aux chercheurs en début de carrière. Pour le CSI, les avantages principaux du LabEx sont la mise à disposition d'une plateforme commune pour la création et le soutien de projets de coopération interlaboratoires et la capacité de financer, même à un taux relativement modeste par rapport aux investissements des laboratoires, de nouvelles initiatives qui peuvent conduire à une excellente science et au développement d'instruments et de technologies de pointe.

En ce qui concerne ses recommandations pour la suite, le CSI préconise en particulier de :

- veiller au bon achèvement des projets en cours et d'assurer une transition en douceur vers les Axes P2I et Astro de la GS,
- conserver un système de gestion relativement léger et flexible,
- maintenir le niveau de financement des projets individuels à peu près à son niveau actuel,
- d'étudier la possibilité que les laboratoires contribuent au financement de projets phares à partir de leurs programmes individuels, dans le même esprit fédérateur que le LabEx de P2IO,
- soutenir l'embauche de post-docs motivés et continuer à promouvoir la formation des étudiants dans un environnement interdisciplinaire.

Contacts : Sylvie Leray, Sylvie.leray@cea.fr; Bruno Espagnon, bruno.espagnon@ijclab.in2p3.fr; Anne-Laure Pelé, Anne-Laure.pele@cea.fr.

Budget de la GS Physique et sa ventilation vers les axes

Les montants attribués à la GSP et leurs origines ainsi que les clés de répartition utilisées par l'équipe présidence sont donnés ci-dessous :

- Budget « non fléché » PIA4/ExcellenceS : 139 045 € /an (au prorata des effectifs étudiants et des personnels)
- Masse Salariale PIA4/ExcellenceS : finance les salaires de Sabrina Soccard et Sarah Garçon. Nicolas Lecompte (ingénieur pédagogie) occupe un poste statutaire sur la masse salariale de l'université.
- Budget PIA4/SFRI fléché sur des actions spécifiques de formation: 26 200 € /an (au prorata des effectifs en Master de 2020)
- Budget recherche issu des LabEx (avec un complément issu de la FCS d'un total de 3M€ injecté sur les années 2025-2027) :
 - 1,34 M€ / an pour les années 2023 et 2024
 - 2,169 M€ pour 2025
 - 2,053 M€ pour 2026
 - 1,936 M€ pour 2027

Répartition du **Budget recherche** en deux phases (approuvé par le Conseil de la GSP le 21/11/2022) :

- **Années 2023-2024** : application d'un scénario basé sur l'historique des LabEx (scénario ventilant vers les axes concernés la « part recherche » du montant issu des Labex)
 - P2I : 416,135 k€/an
 - PhOM : 672,301 k€/an
 - Astro : 116,664 k€/an
 - Transverse : 133,9 k€/an

• **Années 2025-2027** : ventilation au prorata des effectifs par axe. Sont comptabilisés les Enseignants-Chercheurs, Chercheurs et Ingénieurs publiants avec une modulation éventuelle liée à l'encadrement (nombre de doctorants et de post-doctorants).

Divers

Frédéric Galliano, chercheur CNRS au laboratoire AIM a accepté d'endosser la responsabilité de la direction de l'axe Astrophysique. Dorénavant, Alain Abergel épaulera Frédéric en tant que directeur adjoint.

Appel à projets

Un Appel à Projets P2I est en préparation. Plus d'information sera diffusée courant février.

Méli-mélo

Le livre « Étonnants infinis », ouvrage collectif publié par CNRS Éditions sous la direction d'Ursula Bassler, Directrice adjointe scientifique IN2P3, est disponible sur le site [CNRS Éditions](#) et en librairie. Dans cet ouvrage, auquel ont contribué des membres de P2I, vous retrouverez des articles qui explorent les deux infinis de la physique.

Les documents suivants : la stratégie de recherche, la plaquette et les plateformes sont disponibles sur le site web de la GS Physique : <https://www.universite-paris-saclay.fr/graduate-schools/graduate-school-physique>

Documents à télécharger

[Stratégie Recherche de la GS Physique - \(pdf 1.46 Mo\)](#)

[Plaquette GS Physique - \(pdf 573.7 Ko\)](#)

[Booklet Meet My Platform Graduate School Physique - \(pdf 9.27 Mo\)](#)

Publication du rapport final de l'exercice de prospective de l'IN2P3 :

La rédaction du rapport final de l'exercice de prospective scientifique de l'IN2P3 « [Reaching for the infinities, A Strategic Plan for French Nuclear, Particule and Astroparticle Physics in the 2030 Horizon](#) » est désormais achevée et le document est consultable en ligne au format pdf. Il est accompagné d'un second [rapport tiré de l'exercice de prospective technique](#) mené en parallèle du premier disponible également en format pdf avec ses annexes "[référentiel spécialités](#)" et "[méthodologie](#)".