

COMITÉ NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CONSEIL SCIENTIFIQUE D'INSTITUT

Compte rendu

Conseil scientifique de l'IN2P3
23-24 octobre 2023

Sommaire

1. Introduction à la séance des 23 et 24 octobre 2023	4
2. Le projet TESSERACT	4
2.1 Présentation du projet TESSERACT	4
2.2 Avis	5
2.3 Recommandations	5
3. Le projet DAMIC-M	6
3.1 Présentation du projet DAMIC-M	6
3.2 Avis	7
4. Le projet MIMAC	8
4.1 Présentation du projet MIMAC.....	8
4.2 Avis	9
5. Le projet XENONnT	9
5.1 Présentation du projet XENONnT.....	9
5.2 Avis et recommandations	10
6. Le projet Darkside-20k	10
6.1 Présentation du projet Darkside-20k	10
6.2 Avis	12
6.3 Recommandations	12
7. MADMAX	13
7.1 Le projet MADMAX et les axions	13
7.2 Avis	14
8. Discussions internes au CSI	15
8.1 Discussions avec la direction.....	15
Remerciements.....	19

Présents (sur place ou à distance) : L. Arrabito, G. Brooijmans, H. Costantini, N. Chanon, O. Drapier, B. Fernández Domínguez, S. Henrot-Versillé, P. Janot, D. Laporte, M. Lindroos, F. Marion, R. Maurice, C. Nones, B. Ramstein, C. Smith, R. Trébossen, G. Verde, M. Yamouni, F. Yermia

Excusés : B. Cros, M. Rousseau

Invités : P. Balcou (CS CNRS), J. Hernandez (CS CNRS), P. Ghia (Présidente de la section 01)

Orateurs : J. Billard (IP2I), M. Cirelli (LPTHE), F. Hubaut (CPPM), A. Letessier-Selvon (LPNHE), P. Pralavorio (CPPM), D. Santos (LPSC), S. Scorza (LPSC), L. Scotto Lavina (LPNHE)

Rapporteurs : P. Brun (CEA), P. Gorla (LNGS/INFN), K. Schaeffner (Max Planck Institute)

Membres présents de la direction : S. Crépe-Renaudin, R. Pain, V. Poireau, L. Vacavant

1. Introduction à la séance des 23 et 24 octobre 2023

La séance des 23-24 octobre 2023 était dédiée à l'examen de la participation de l'IN2P3 aux projets de détection directe de matière noire. Cette séance s'est tenue à la fois en présentiel et à distance.

Programme de la session ouverte :

- 1) Présentation du cadrage de cette session du Conseil : Vincent POIREAU
- 2) Introduction à la phénoménologie de la matière noire : Marco CIRELLI (LPTHE)
- 3) TESSERACT (pour examen) : Julien BILLARD (IP2I) et Silvia SCORZA (LPSC)
- 4) DAMIC-M (pour information) : Antoine LETESSIER-SELVON (LPNHE)
- 5) MIMAC (pour information) : Daniel SANTOS (LPSC)
- 6) XENONnT, R&D associée (XELAB), et futures expériences (DARWIN) (pour examen) : Luca SCOTTO-LAVINA (LPNHE)
- 7) DARKSIDE-20k (pour examen) : Pascal PRALAVORIO (CPPM)
- 8) MADMAX (pour information) : Fabrice HUBAUT (CPPM)

<https://www.in2p3.cnrs.fr/fr/le-conseil-scientifique-de-lin2p3>

Le présent compte rendu aborde les projets TESSERACT (section 2), DAMIC-M (section 3), MIMAC (section 4), XENONnT (section 5), DARKSIDE-20k (section 6) et MADMAX (section 7). Les discussions internes au Conseil font l'objet de la section 8.

2. Le projet TESSERACT

2.1 Présentation du projet TESSERACT

L'expérience TESSERACT ("Transition Edge Sensors with Sub-EV Resolution And Cryogenic Targets") vise à rechercher directement la matière noire dans la fenêtre de masses s'étendant du meV au GeV, bien en-dessous du domaine exploré par les autres expériences. Pour y arriver, l'expérience compte utiliser des cibles cryogéniques lues par des senseurs à transition supraconductrice ("Transition-Edge Sensors", TES), permettant un seuil de détection inférieur à 1 eV (par rapport à 100 eV ou plus dans les autres expériences). Le développement de Tesseract a été lancé en 2020 aux États-Unis, regroupant une quarantaine de personnes de 8 institutions, pour converger sur trois types de cibles (Al_2O_3 , GaAs, He liquide) avec des sensibilités complémentaires. A ce stade, la proto-collaboration n'a pas encore sélectionné d'emplacement dans un laboratoire souterrain, mais le LSM est le choix de prédilection. Côté Français, l'idée est d'exploiter les connaissances acquises avec EDELWEISS, Ricochet et CUPID sur les cibles semiconductrices (Si et/ou Ge, dans lesquelles des charges libres sont produites en plus des phonons - détecteurs à double lecture chaleur/ionisation), et de proposer le Laboratoire Souterrain de Modane (LSM) pour accueillir l'expérience. La réussite dépend de la capacité à rejeter l'excès à basse énergie détecté dans les détecteurs cryogéniques actuels, et qui semble être dû aux imperfections cristallines. Le bruit n'étant pas corrélé entre différents TES, sa réduction sera réalisée en combinant plusieurs détecteurs

indépendants. En outre, les détecteurs TES de nouvelle génération ont une résolution en énergie permettant l'observation de lignes d'émission spécifiques. Enfin, la détection simultanée de photons ou ions, dépendant de la cible utilisée, permettra d'améliorer encore les performances. Il est à noter que le cryostat de Ricochet va être installé à l'ILL sous peu pour mesurer les neutrinos émis par le réacteur, en continuation du programme de développement des cibles semiconductrices cryogéniques.

Les équipes de l'IN2P3 participant au projet et précédemment impliquées dans la recherche de matière noire avec des cibles semiconductrices sont situées à l'IJCLab (développement et fabrication des détecteurs semiconducteurs et tests cryogéniques, technologie haute tension) et à l'IP2I (tests cryogéniques, support structurel du détecteur, électronique de lecture, technologie basse tension). Une nouvelle équipe s'est récemment formée au LPSC (intégration souterraine au LSM, caractérisation et minimisation des bruits de fond au LSM).

Pour réaliser l'expérience, les groupes américains proposent de contribuer avec trois types de cible, les TES de nouvelle génération et un cryostat, tandis que les groupes français contribueraient avec les cibles semiconductrices, un cryostat, et un emplacement au LSM. Le budget demandé côté français s'élève à 3.5 M€ : 1.5 M€ pour le cryostat, le blindage et l'équipement nécessaire au LSM, et 2 M€ pour la continuation du développement qui dépend de nouveaux équipements dans les laboratoires.

2.2 Avis

Le Conseil considère que la recherche directe de matière noire pour des masses comprises entre le meV et le GeV est un sujet pertinent sur le plan scientifique. Dans ce cadre, il considère que l'utilisation de TES est une solution adaptée, et que les développements entrepris pour l'expérience TESSERACT sont prometteurs. L'incertitude principale concerne le moment où le DOE décidera de passer de la phase de R&D à la phase de construction de l'expérience, et le choix du LSM comme site pour accueillir l'expérience. Une autre question concerne l'optimisation de la taille du cryostat : en pratique, c'est le bruit de fond et non la masse totale des cibles qui limitera la sensibilité, de sorte que réaliser l'expérience avec 3 cibles de 5 g sera déjà intéressant. De plus, le même cryostat ne peut accueillir simultanément la cible d'Hélium liquide et les cibles cristallines, car la cible d'Hélium liquide nécessite des cycles de température. Le site du LSM offre des avantages en ce qui concerne la profondeur et l'accessibilité, mais TESSERACT prendra beaucoup de place, et le conseil n'a pas trouvé d'informations publiques sur le processus d'adjudication de ressources au LSM. Le Conseil s'inquiète du fait que les discussions avec les collaborations dont les expériences sont installées sur place n'aient pas encore débuté.

2.3 Recommandations

Le Conseil recommande l'engagement de l'institut sur le projet TESSERACT. Il est important de continuer le développement de technologies à très bas seuil de détection, de l'ordre de 1 eV, clé pour la détection directe de matière noire de masse entre le meV et le GeV (et autres signaux rares de très basse énergie). Les équipes de l'IN2P3 ont une expertise unique sur les cibles semiconductrices et il est crucial de maintenir cet avantage. Le Conseil remarque qu'il serait prématuré de lancer la construction/l'acquisition du cryostat, du blindage et autres équipements nécessaires au LSM avant de connaître le choix de la collaboration, mais qu'un engagement fort de l'institut peut faire pencher la balance en sa faveur. En conséquence, il

recommande à la direction de s'engager rapidement auprès de la collaboration en présentant les financements prévus dans le cas du choix du LSM comme (l'un des) site(s) souterrain(s), et de s'assurer que ce choix soit bien aligné avec le plan stratégique du LSM. D'autre part, il serait utile d'évaluer dans quelle mesure le matériel de la collaboration EDELWEISS pourrait être réutilisé.

Une grande partie des développements détecteurs nécessaires à TESSERACT présentent une synergie importante avec CUPID. Le Conseil recommande donc à la direction de soutenir cette synergie précieuse, et de veiller à l'adéquation des moyens humains disponibles avec les engagements en ce qui concerne la production des détecteurs cryogéniques TESSERACT et CUPID.

Executive summary

The Council recommends the IN2P3 participation to TESSERACT. It is important to sustain development of very low detection threshold technology, of order 1 eV, as this is key for direct detection of dark matter for masses between the meV and GeV scales, as well as other rare, very low energy signals. The IN2P3 teams have acquired unique expertise in semiconductor targets, an advantage that is crucial to maintain. The council notes however that it would be premature to launch the construction/acquisition of a large cryostat, shielding and other equipment necessary at LSM, but that a strong commitment from the institute can tilt the decision. The Council therefore recommends that management commit to the required funding conditioned on the collaboration choosing LSM as (one of) the underground site(s), and make sure this is compatible with LSM's availability and strategic plan. It would also be good to confirm to what extent equipment from EDELWEISS could be re-used.

A large part of the detector technology necessary for TESSERACT benefits from synergetic developments with CUPID. The Council therefore recommends that IN2P3 management support this valuable synergy, and ensure the adequacy of available human resources with commitments regarding the production of TESSERACT and CUPID cryogenic detectors.

3. Le projet DAMIC-M

3.1 Présentation du projet DAMIC-M

L'expérience DAMIC-M est une extension de DAMIC, installée à SNOLAB au Canada. L'objectif est de rechercher les WIMPS dans une gamme de masse au-dessous de 10 GeV, mais aussi la matière noire légère du secteur "caché" (pour des masses dans une large région autour du MeV, dépendant de l'interaction) et un éventuel photon sombre (pour des masses de l'ordre de quelques eV). La méthode, déjà validée par DAMIC@SNOLAB est basée sur la détection dans le silicium de coupleurs à transfert de charge ("Charge Coupled Device", CCD) d'épaisseur 0.7 mm. En augmentant la masse active de 50 g à 1 kg et en utilisant une nouvelle technique de lecture des CCDs à échantillonnage non destructif, le but de DAMIC-M est d'abaisser le seuil de détection de 70 à moins de 10 eV. Le bruit de fond doit aussi être réduit d'un facteur 10 par rapport à DAMIC@SNOLAB, grâce au choix des matériaux et à l'optimisation des techniques d'analyse. Ce faisant, de nouveaux domaines de détection de WIMPs ("Weakly Interacting Massive Particles") et de matière noire leptophilique deviennent

accessibles, en termes de masse/section efficace de diffusion sur les électrons, en particulier pour une masse entre 1 et 10 GeV et entre 10^{-42} et 10^{-43} cm².

L'expérience DAMIC-M à l'IN2P3 a été jusqu'ici financée par l'ERC du même nom (courant jusqu'en septembre 2024 après une extension d'un an). L'objectif initial d'installer le détecteur final en 2020 a dû être revu ; l'installation est désormais prévue pour 2024. Par conséquent, les données de production seront collectées et exploitées au-delà de la période financée par l'ERC.

Un prototype de chambre à bas bruit ("Low Background Chamber", LBC) comportant deux modules CCD a été installé fin 2021 dans le laboratoire souterrain de Modane. Malgré une masse sensible de seulement quelques dizaines de grammes, l'excellente résolution de LBC a déjà permis de fournir les meilleures limites de section efficace pour des masses autour de 10 MeV. De plus, l'analyse de la modulation des signaux au cours de la journée, exploitée pour la première fois, a encore amélioré les limites pour les masses inférieures à 2.7 MeV. Ces résultats ont conduit à la publication de deux articles dans PRL.

Au cours du développement du projet, des ajustements techniques se sont révélés nécessaires, sans incidence majeure sur les objectifs visés. Le détecteur final comportera 50 CCDs, et sa sensibilité pour la diffusion sur les électrons sera meilleure que celle du LBC de trois ou quatre ordres de grandeur. L'investissement dans DAMIC-M pourrait se poursuivre avec le projet OSCURA, développé par le DOE aux USA, qui comportera une masse sensible de 10 kg et pourra ainsi accéder à des masses à partir de 500 keV pour la matière noire et 1 eV pour le photon sombre.

L'expérience DAMIC-M a été initiée par deux chercheurs permanents du LPNHE et inclut des contributions de Subatech (études de cryostat et simulations), du LPSC (liaison avec le LSM et études de radioactivité) et de l'IJCLab (système d'acquisition et blindage). La collaboration internationale associée comporte au total une quarantaine de personnes provenant de France, des États-Unis, d'Argentine, d'Espagne, de Suisse et du Canada. La contribution de l'IN2P3 est prépondérante avec de multiples responsabilités dans l'organisation de la collaboration et de nombreuses thèses ont été encadrées ces dernières années.

3.2 Avis

Le Conseil félicite les équipes de l'IN2P3 impliquées dans DAMIC-M pour le succès de la mise en service du prototype LBC et l'exploitation scientifique qui en a été faite. Bien que l'expérience DAMIC-M n'ait pas pu tenir le calendrier ultra serré initialement prévu comme l'avait craint le Conseil lors de la séance d'octobre 2018, l'installation du détecteur final à Modane semble proche. Le lieu de conditionnement des capteurs CCDs doit encore être fixé (Modane ou Gran Sasso, le premier ayant l'avantage d'éviter un transport supplémentaire nécessitant un blindage adéquat). L'organisation de la phase d'exploitation des données n'est pas non plus complètement claire à ce stade, peu d'ETP y étant dédiées et le personnel concerné étant engagé dans d'autres tâches. L'ERC se terminant bientôt, les équipes impliquées dans DAMIC-M vont avoir besoin du soutien de l'IN2P3 en termes de personnel non permanent et de fonctionnement. Le financement de deux thèses, deux post-docs et un besoin en budget de fonctionnement sont évoqués, soit une enveloppe totale d'environ 800 k€ répartie sur 4 ans. Le Conseil note qu'il s'agit d'une demande substantielle et suggère à la

direction de l'IN2P3 d'évaluer plus précisément les ressources nécessaires pour l'installation du détecteur, sa mise en service et l'exploitation des données dans les prochaines années.

4. Le projet MIMAC

4.1 Présentation du projet MIMAC

Le projet MIMAC (Micro-tpc MAtrix of Chambers) développe un détecteur directionnel de matière noire, dont le principe est basé sur la recherche d'une signature nouvelle et unique : la corrélation entre le mouvement relatif de notre système solaire autour du centre galactique et les événements rares détectés. La stratégie de détection directionnelle, reposant sur des mesures simultanées de l'énergie et de la direction d'un recul nucléaire induit par la matière noire, vise ainsi l'identification d'une particule de matière noire au-dessous du plancher neutrino, où un signal WIMP ne peut habituellement plus être distingué ni du bruit de fond de neutrons produits dans la roche et l'atmosphère, ni de la diffusion cohérente de neutrinos sur les noyaux.

Le projet, largement développé au LPSC, propose de construire une grande matrice de micro-TPC à basse pression (50 mbar) afin de détecter par ionisation les traces de reculs nucléaires en 3D. Le choix de la masse et/ou spin des noyaux cibles permet d'optimiser le transfert d'énergie cinétique et la section efficace d'interaction. La matrice est conçue à partir de modules bi-chambre (deux chambres avec une cathode commune) identiques qui permettront de mieux contrôler le fond intrinsèque et de s'appuyer sur la coïncidence entre les différentes chambres. Les modules sont basés sur deux chambres micro-TPC de type Micromegas pixelisées (conçues et construites à l'IRFU-Saclay), couplées à une électronique spécialement développée par le LPSC.

L'objectif des deux prochaines années est de finaliser le nouveau module bi-chambre avec de nouveaux détecteurs à faible bruit de $35 \times 35 \text{ cm}^2$. Lors de la dernière présentation du MIMAC au Conseil au cours de la séance d'octobre 2018, la conception semblait terminée, mais des départs en retraite ont différé l'obtention de résultats. En revanche, le prototype de MIMAC bénéficie d'une collaboration avec l'IRSN. Il a été testé dans un faisceau de neutrons mono-énergétiques de 8 keV résultant de la réaction $^{45}\text{Sc}(p,n)$ sur l'installation AMANDE du Laboratoire de micro-irradiation, de métrologie et de dosimétrie des neutrons (LMDN) de l'IRSN. Une discrimination électron-recul ainsi que des traces en 3D de reculs nucléaires ont été mesurées avec succès dans le mélange gazeux. La prochaine étape est le développement d'une installation métrologique produisant des neutrons épithermiques à haut flux, puis sa caractérisation avec MIMAC. Il faut noter que la recherche de reculs nucléaires de basse énergie ($E < 10 \text{ keV}$) présente la difficulté additionnelle d'une atténuation du niveau d'ionisation ("quenching"), qui limite le signal accessible à la détection, et en général est estimé ou mesuré avec des incertitudes importantes. À ce propos, une participation au projet NEWS-G a également abouti, en utilisant un dispositif expérimental dédié (COMIMAC), à la première mesure du facteur d'atténuation du niveau de lumière par ionisation des protons dans le méthane en dessous de 10 keV.

De plus, la collaboration avec l'Université de Tsinghua et l'IHEP (Pékin, Chine) suit son cours avec des publications conjointes, montrant l'intérêt de la Chine pour l'installation d'un

détecteur directionnel dans le laboratoire Jinping et une participation à la construction d'un prototype de détecteur bas bruit. Dans le contexte international, plusieurs projets cherchent à réaliser la détection directionnelle de la matière noire dans une chambre d'ionisation, parmi lesquels les plus importants sont DRIFT avec des chambres à fils (États-Unis, Royaume-Uni) ; DM-TPC utilisant une chambre d'ionisation avec une grille ainsi qu'une caméra CCD (États-Unis) ; Newage utilisant une TPC basse pression (Japon) ; CYGNO, basé sur des GEMs avec une lecture optique (Italie) ; et finalement MIMAC (France).

4.2 Avis

La technologie employée par MIMAC est intéressante pour la recherche directionnelle de matière noire. L'ambition est d'obtenir une sensibilité au-dessous du plancher neutrino, avec une puissance de discrimination accrue par rapport aux méthodes qui n'utilisent pas la directionnalité. À ce stade de la R&D, il est encore difficile d'évaluer la sensibilité ultime, de nombreuses étapes restant à franchir afin de valider la technologie avec des prototypes. L'avancée du projet est ralentie par un effectif réduit, mais la collaboration avec l'IHEP en Chine est une piste à explorer afin de continuer à développer cette technologie.

Le Conseil souligne que le projet a également des applications dans le domaine de la physique médicale, qu'il serait pertinent de développer plus avant. En effet, la création d'installations produisant des champs neutroniques épithermiques de quelques keV suscite un intérêt croissant, particulièrement dans des zones où les sections efficaces sont mal connues, et l'utilisation d'une technologie de type MIMAC pour leur caractérisation se révélerait utile dans des domaines tels que la métrologie (étalonnage de dosimètre), ainsi que pour la mise en place de nouvelles thérapies.

5. Le projet XENONnT

5.1 Présentation du projet XENONnT

L'expérience XENONnT représente l'état de l'art dans la recherche de la matière noire pour des candidats WIMPS sur la gamme de masse allant de 5 GeV à 1 TeV. Il s'agit de l'évolution en termes de masse et de sensibilité des prédécesseurs couronnés de succès XENON10, XENON100 puis XENON1t. Au niveau international, les principaux concurrents sont les expériences utilisant la même cible, comme LZ aux États-Unis et PandaX en Chine. Avec des sensibilités et des limites d'exclusion similaires, les trois expériences (XENON, LZ et PandaX) dominent le domaine de la recherche sur la matière noire. En particulier, XENONnT présente le bruit de fond le plus faible tandis que LZ a recueilli des expositions plus importantes. L'expérience XENONnT a un programme scientifique exceptionnel avec des réalisations majeures dans la recherche de différents candidats de matière noire et l'étude de différents processus d'intérêt pour la physique des particules et astroparticules, comme la recherche de la double désintégration β sans neutrinos, la mesure de la diffusion élastique cohérente des neutrinos solaires ou l'étude de la capacité de détection des neutrinos des supernovæ.

Les équipes de XENON-FRANCE, avec SUBATECH et le LPNHE, sont fortement impliqués dans le projet XENON et leur rôle est bien établi et visible dans la collaboration. Leurs principaux axes d'expertise sont la technologie du xénon liquide, le calcul et l'analyse des données, comme démontré avec les rôles de responsabilité de certains membres de l'équipe

pour les systèmes de récupération du xénon et pour le calcul. Du côté de l'analyse des données, les équipes de l'IN2P3 ont des tâches originales et pertinentes sous leur responsabilité, qui ont mené et devraient continuer de conduire à de nouvelles publications de la collaboration sur les différents canaux scientifiques d'intérêt.

Lors de la mise à niveau de l'expérience de XENON1t vers XENONnT, un problème est apparu avec les électrodes de la TPC, qui sont critiques pour l'expérience, et qui affecte actuellement la capacité d'extraction d'électrons, empêchant l'expérience d'atteindre sa pleine efficacité. Les équipes de l'IN2P3 ont démarré un projet de R&D (Xelab) basé sur un concept original d'électrodes sans fil et le système est en cours de construction au LPNHE. La construction devrait s'achever début 2024 suivie d'une mise en service d'ici mi-2024.

Les équipes de l'IN2P3 sont également fortement impliquées dans la conception du détecteur de nouvelle génération DARWIN ("Dark matter wimp search with liquid xenon") qui est l'évolution proposée de XENONnT avec une collaboration élargie, visant 40 tonnes de masse active pour une recherche de WIMPs de masse entre 5 GeV et plus de 10 TeV.

5.2 Avis et recommandations

Le Conseil félicite les équipes de l'IN2P3 pour les réalisations du projet et apprécie que toutes les recommandations faites lors de la séance d'octobre 2018 ont été suivies avec succès. Le Conseil reconnaît le besoin de personnel supplémentaire pour poursuivre les activités dans lesquelles les équipes IN2P3 ont une position prépondérante, en particulier dans l'analyse des données, et recommande un renfort des équipes par un poste permanent ou post-doctoral afin de pérenniser la production scientifique des groupes.

Les plans nécessitent des éclaircissements. Les équipes présentent la possibilité d'une mise à niveau rapide de XENONnT qui serait une étape intermédiaire vers le détecteur de nouvelle génération DARWIN. Le Conseil apprécie les progrès du projet de R&D et comprend l'intérêt de cette jeunesse, mais recommande d'attendre la décision de la collaboration sur la mise à niveau proposée et de faire une nouvelle présentation au Conseil dans un délai d'un à deux ans pour présenter à nouveau ce projet dans un état plus avancé.

Le projet du détecteur de nouvelle génération DARWIN a été soutenu par plusieurs sources de financement, mais il n'est pas clair à l'heure actuelle si une agence ou organisme s'est engagée à soutenir un projet de l'ordre de 200 millions d'euros. Les argumentaires scientifiques sont clairs et solides et la technologie paraît réalisable. Les équipes de l'IN2P3 interviennent sur de nombreux aspects techniques et scientifiques de la conception. Le Conseil salue l'importance de la participation de l'IN2P3 au projet DARWIN et encourage les équipes à poursuivre leurs efforts sur la conception.

6. Le projet Darkside-20k

6.1 Présentation du projet Darkside-20k

Darkside-20k (DS-20k) est un projet de recherche directe de WIMPS dans le domaine de masse au-delà du GeV. Le détecteur, en souterrain, est basé sur une TPC remplie avec 50 t d'argon liquide purifié, avec 270000 SiPMs pour la lecture des signaux. L'utilisation de la

technologie double phase permet de mesurer à la fois les signaux de scintillation dans la phase liquide et des signaux d'ionisation dans la phase gazeuse, et ainsi de mieux caractériser l'interaction dans le détecteur, en termes de position et d'énergie déposée. La mesure de ces deux types de signaux est aussi essentielle pour discriminer d'une part le recul nucléaire, qui peut provenir d'un WIMP ou d'un neutron, et d'autre part le recul électronique dû aux électrons et photons. Un avantage de l'argon liquide par rapport à d'autres gaz nobles comme le xénon, est que la forme en temps du signal de scintillation offre une possibilité supplémentaire d'identifier le bruit de fond électronique. La TPC sera installée dans un cryostat de type PROTO DUNE, lui-même rempli de 650 t d'argon liquide atmosphérique et renfermant un détecteur de neutrons. Le détecteur est conçu pour n'accepter que 0.1 événement de bruit de fond en 10 ans. Sa construction a démarré au laboratoire national du Gran Sasso (LNGS) en septembre 2022 et les premières données sont attendues en 2027.

Le projet DS-20k de la collaboration GADMC ("Global Argon Dark Matter Collaboration") regroupe 300 personnes travaillant sur les expériences utilisant des TPC à base d'argon liquide. Ce projet s'inscrit dans la suite des expériences DS-50 (50 kg d'argon liquide purifié, au LNGS, en mode double phase) et DEAP-3600 (3.6 t d'argon liquide atmosphérique, à SNOLAB, en mode simple phase). En parallèle de la préparation de DS-20k, les équipes de l'APC et du CPPM sont fortement impliquées dans l'analyse de données de DS-50. Les premiers résultats sur la recherche de WIMP publiés début 2018 ont démontré que la technologie argon liquide est compétitive dans le domaine de masse de quelques GeV, jusqu'ici dominé par les détecteurs solides. L'analyse finale en 2023 a permis d'établir les meilleures limites mondiales sur les WIMPs entre 1.2 et 3.6 GeV ainsi que sur diverses particules légères de matière noire (axion, photon sombre, neutrino stérile, ...) dans le domaine du keV ou en dessous. Par ailleurs, la prise en compte de l'effet de Migdal (ionisation associée à la diffusion élastique sur un noyau) a permis d'abaisser la limite pour les WIMP de basse masse de 1.2 GeV à 40 MeV.

Le projet DS-20k est mené actuellement à l'IN2P3 par des équipes de l'APC et du CPPM, le LPNHE arrêtant sa contribution en 2023. Ces équipes sont très impliquées dans les études de sensibilité. L'expérience DS-20k aura une sensibilité inégalée dans deux domaines de masses. Pour les masses entre 1 et 10 GeV, un gain d'un facteur 30 est attendu au bout d'un an par rapport aux performances de DS-50 en 2023. Pour les WIMPs de masses supérieures à 50 GeV, le gain sera d'un facteur 50 par rapport à DEAP 3600, et d'un facteur 3 par rapport aux expériences utilisant le xénon après cinq années de mesures. La sensibilité de DS-20k aux neutrinos de supernovæ a également été démontrée. Les études pour les WIMPs de basses masses (de 1 à 10 GeV) ont donné lieu à des collaborations avec des chercheurs de l'INSU et l'INP pour la description de la matière noire dans le halo de la Voie Lactée.

L'expérience DS-20k utilisera des SiPM et une acquisition de données sans déclenchement. Ces aspects nouveaux par rapport à DS-50 demandent de traiter très rapidement un grand flux de données. L'APC s'y investit très fortement et est responsable de l'analyse hors-ligne (simulations et reconstruction d'événements). L'APC a par ailleurs développé un modèle pour décrire la réponse de l'argon liquide, qui a été précisément testé sur les données de DS-50. Un effort particulier a été fourni pour améliorer la précision du modèle pour les plus basses énergies, en utilisant le faisceau de neutrons d'ALTO et des données de calibration de DS-50 qui permettent de mesurer l'ionisation pour les processus de recul électronique et de recul nucléaire. De nouvelles mesures à ALTO sont encore prévues pour atteindre des énergies

plus faibles que le keV. Le CPPM porte la responsabilité de la conception et la fabrication du système de calibration qui consiste à faire circuler des sources radioactives de neutrons et gammas. Trois maquettes ont déjà été réalisées et l'étape de FDR (Final Design Review) a été passée avec succès en septembre 2023. Un effort est aussi mené pour réduire au maximum les contaminations par le radon de tous les éléments du détecteur et tester des sacs de transport et stockage, en exploitant la plateforme radon de l'IN2P3 au CCPM. Ces différents aspects sont fondamentaux pour réduire le bruit de fond et optimiser la sensibilité des mesures. Toutes ces études vont donner lieu à plusieurs publications.

Les chercheurs de l'IN2P3 occupent de nombreuses responsabilités dans le projet DS-20k. La contribution est de 7-8 ETP par an (5% de la collaboration), avec 6 chercheurs permanents et 3 ingénieurs. Le financement par l'IN2P3 a démarré en 2023, le projet ayant été principalement financé auparavant par l'IPHU (université Aix-Marseille), le Labex UnivEarthS et le CNRS-MITI. Une ANR a aussi été obtenue pour la période 2024-2027. Une demande de post-doc a été faite pour 2024.

6.2 Avis

Le Conseil félicite les équipes de l'IN2P3 pour leur contribution très active dans DS-20k. En s'impliquant dans la construction du système d'étalonnage et dans la reconstruction d'événements, et en développant un modèle très précis pour la description du bruit de fond, trois aspects cruciaux pour obtenir la sensibilité ultime du détecteur, les physiciens de l'IN2P3 s'assurent une grande visibilité dans la collaboration, malgré la petite taille du groupe. L'expérience acquise sur l'analyse de données de DS-50 et l'implication dans les études de sensibilité leur assure aussi une très bonne visibilité au niveau de l'analyse de données future.

Avec le calendrier actuel, DS-20k sera fonctionnel après la fin d'opération de XENON-nT, mais, si les estimations sont réalistes, devrait le surpasser au bout de trois ans pour les masses au-delà de 50 GeV. Par ailleurs, DS-20k présente un potentiel unique pour les mesures de WIMPs pour des masses inférieures à 5 GeV, les particules légères de matière noire (axions, photons sombres, neutrinos stériles, ...), ainsi que les neutrinos de supernovæ.

6.3 Recommandations

Les chercheurs impliqués ont su exploiter les collaborations avec des chercheurs de l'INSU, l'INP et l'université Aix-Marseille pour financer leur contribution dans la phase de développement, mais le soutien de la direction de l'IN2P3 est nécessaire pour finaliser la construction du système de calibration et à terme, exploiter le potentiel de cette expérience dans les meilleures conditions possibles. Le Conseil recommande donc à l'IN2P3 de soutenir financièrement l'effort des équipes impliquées dans DS-20k et appuie la demande de renfort de l'équipe par un chercheur sur un contrat post-doctoral.

Néanmoins, le changement d'échelle entre DS-50 et DS-20k est très ambitieux et le système de lecture et d'acquisition complètement nouveau. Le Conseil recommande à la direction d'organiser des revues aux points d'étapes clés pour réagir rapidement aux difficultés qui pourraient apparaître au cours de l'installation et de la mise en service.

Executive summary

The researchers involved in the DS-20k project were able to exploit collaborations with researchers from INSU, INP and Aix-Marseille University to finance their contribution in the development phase, but the support of the IN2P3 management is necessary to finalize the construction of the calibration system and ultimately, exploit the potential of this experience in the best possible conditions. The Council therefore recommends that IN2P3 financially support the effort of the teams involved in DS-20k and supports the request to strengthen the team by a researcher on a post-doctoral contract.

However, the change in scale between DS-50 and DS-20k is very ambitious and the reading and acquisition system is completely new. The Board recommends that management organize reviews at key milestones to respond quickly to difficulties that may arise during installation and commissioning.

7. MADMAX

7.1 Le projet MADMAX et les axions

Le projet MADMAX est une expérience de première génération pour la recherche directe d'axions, basée sur un nouveau concept d'haloscope, composé de plusieurs disques diélectriques parallèles séparés par une distance réglable, et placés dans un champ magnétique puissant.

L'axion est une particule hypothétique introduite pour expliquer l'énigme de l'absence de violation CP forte. Cette violation est contrainte par la non-observation d'un moment électrique dipolaire pour le neutron, ce qui requiert un ajustement d'une part sur dix milliards d'un paramètre libre du Modèle Standard. L'existence d'un axion permettrait d'expliquer automatiquement que cette violation est éliminée. La plupart des modèles prédit un mode de désintégration de l'axion en deux photons avec un temps de vie strictement corrélé à sa masse. Cette dernière n'est pas fixée par le modèle, et les contraintes actuelles laissent une large plage allant de quelques dixièmes d'eV à moins de 10^{-20} eV. À noter que lorsqu'aucune contrainte n'est imposée, l'axion ne résout plus le problème CP fort, et on parle plutôt « d'axion-like particle » (ALP).

L'axion peut également être un candidat viable pour expliquer la matière noire via le mécanisme de mésalignement, ce qui restreint les masses possibles à un intervalle entre 10^{-6} et 10^{-3} eV environ. La densité relique mesurée correspond alors à un flux intense d'axions sur terre, que les haloscopes cherchent à détecter via leur couplage à deux photons. Vu que ce couplage est de la forme axion-champ électrique-champ magnétique, la stratégie est toujours de détecter la conversion par un champ magnétique intense d'un axion en un photon électrique, qu'il faut ensuite amplifier. Étant donné la masse de l'axion, entièrement convertie en champ électrique, la plage de fréquences à couvrir va de quelques centaines de MHz à quelques centaines de GHz. Un des défis principaux est donc d'être capable d'amplifier le signal électrique, en général via des phénomènes résonants, et en même temps de scanner efficacement en fréquences.

Objectifs de MADMAX

Le projet MADMAX se positionne sur la plage 10 – 100 GHz, favorisée par les modèles où le mécanisme de mésalignement à lieu après l'inflation, qui est difficile d'accès aux haloscopes à cavités résonantes, concentrés sur la plage inférieure 100 MHz - 10 GHz. D'autres expériences, telles par exemple ORGAN et ADMX/Orpheus, exploreront également cette zone dans le futur, avec des sensibilités similaires, et en principe suffisantes pour atteindre la zone prédite par les modèles d'axions.

Pour cela, MADMAX propose un nouveau concept basé sur une série de disques diélectriques parallèles et mobiles, capables d'induire une amplification par interférence constructive et par résonance. L'ajustement en fréquence est obtenu en positionnant les disques à intervalles adéquats, de l'ordre de la moitié de la fréquence de Compton des axions. Le design prévu comporte 80 disques positionnables au micromètre. Exploitant les deux sources d'amplifications, le dispositif pourra fonctionner dans un mode à spectre large, couvrant simultanément une plage de fréquences significatives (de l'ordre de 50 à 100 MHz) mais avec une sensibilité réduite, ou dans un mode plus focalisé pour sonder d'éventuels signaux et identifier les écarts statistiques.

Collaboration, calendrier, et activités IN2P3

La collaboration MADMAX s'est formée en 2017 et regroupe 10 instituts principalement allemands. Elle s'inscrit dans les activités liées aux axions dans le cadre du "DESY axion hub" (dont sont membres IAXO qui recherchera les axions solaires, et ALPS II qui recherchera le couplage axion-photon - toutes deux n'utilisent pas de haloscope et seront opérées à DESY). En France, elle implique le CPPM à l'IN2P3 pour environ 4 ETP, l'Institut Néel à l'INP, et le CEA-IRFU. L'IJCLab devrait rejoindre la collaboration prochainement, avec la participation de deux physiciens et d'un ingénieur. À noter que MADMAX est un projet phare de l'IRL « DMLab », conjointe entre le CNRS/IN2P3 et les instituts Helmholtz.

Actuellement, la collaboration est en phase de R&D, et prend des données sur un prototype au CERN depuis 2022 avec un aimant de 1.6 T et trois disques diélectriques. Bien qu'insuffisamment sensible pour détecter les axions, elle devrait déjà obtenir des limites compétitives sur l'existence d'ALP autour de 78,5 μeV . Viendront ensuite d'autres prototypes en 2025 ou 2026, avec potentiellement jusqu'à 20 disques, et permettant d'améliorer les limites, toujours autour de 80 μeV . La construction du détecteur final devrait démarrer après 2028 à DESY et balayer la gamme complète de masse qui lui est accessible : 10–40 GHz correspondant aux masses 40–160 μeV dans la première phase, et 40–100 GHz correspondant aux masses 160–400 μeV dans la deuxième phase.

Les activités récentes du CPPM concernent la conception et la construction de la mécanique de précision nécessaire aux disques diélectriques, destinés à opérer dans un champ magnétique intense et dans un environnement cryogénique. L'équipe coordonne également les phases de tests du prototype, pour lesquels elle a la charge de différents composants mécaniques. Finalement, les chercheurs sont impliqués dans la simulation et l'analyse de données sur le prototype au CERN.

7.2 Avis

L'axion est actuellement la seule solution convaincante à l'une des plus grandes énigmes de la physique des particules : le problème CP fort. De plus, suite à l'absence de signaux

supersymétriques au LHC, l'axion est (re)devenu un excellent candidat pour expliquer la matière noire. Il est donc opportun pour l'Institut de s'impliquer dans sa recherche expérimentale. L'expérience MADMAX, avec ses spécificités et sa sensibilité aux grandes masses, devrait jouer un rôle de premier plan dans cette recherche, car la gamme de masse visée est celle où est prédit l'axion de QCD, tandis que la plupart des autres expériences actuellement prévues ne l'atteindront pas. De plus, il existe plusieurs modèles cosmologiques prédisant que cette gamme pourrait fournir un candidat contribuant de façon dominante à la matière noire. La poursuite de la R&D, visant à valider la conception d'un détecteur reposant sur des disques diélectriques de grande taille capable de sonder la plage des hautes masses pour l'axion apparaît donc prometteuse, et complémentaire aux recherches avec les haloscopes à cavités. L'implication des équipes pour les phases de prototypage, et plus généralement au sein de la collaboration, sont adéquates car elles jouent un rôle important dans la collaboration actuelle et les positionnent favorablement pour le futur.

8. Discussions internes au CSI

8.1 Discussions avec la direction

[Retour sur les séances abordant la thématique des neutrinos par L. Vacavant :](#)

L. Vacavant (DAS pour la physique des particules et la physique hadronique) résume les actions prises par la direction de l'IN2P3 suite aux deux séances du CSI sur la thématique des neutrinos (octobre 2021 et octobre 2022).

JUNO : Le Conseil avait exprimé le souhait que l'accès à 100% des données soit écrit dans le MoU pour les équipes de l'IN2P3. La signature de MoU avec les partenaires chinois et russes posant des difficultés, une lettre d'intention a été envoyée à l'IHEP à ce sujet et un accord est en cours d'élaboration avec l'INFN pour stocker et partager la totalité des données entre IN2P3 et INFN. La direction soutient l'effort d'analyse avec l'attribution de post-docs. Le démarrage de JUNO est prévu pour 2025.

DUNE : En septembre 2023, 80% de l'excavation avait été effectuée, y compris la caverne centrale, sans retard et en tenant le budget annoncé. De nombreuses revues de projet ont eu lieu aux Etats-Unis. La revue "1R" a permis de confirmer l'option de base avec un faisceau de 1.2 MW ainsi qu'un détecteur proche qui n'est pas le plus abouti, mais qui serait suffisant pour atteindre les objectifs de physique. Depuis, des revues "CD2/3" ont eu lieu en amont du démarrage de la construction, avec des retours très positifs. Le calendrier prévoit en 2028 le démarrage d'un premier module, puis en 2031 le démarrage d'un deuxième module et le démarrage du faisceau. A l'IN2P3, le module 0 a été livré dans les temps en février 2023, mais il y a un problème d'approvisionnement d'argon liquide en Europe, et il n'a par conséquent pas pu être rempli. Il est prévu de remplir d'abord le module utilisant la technologie "Vertical Drift". Une revue KDP2 ("Key Decision Point 2") a eu lieu à l'IN2P3 au printemps 2023, organisée en aval des "CD2/3" et en amont de la signature des MoU. Le périmètre de la contribution de l'Institut a été affiné, et l'enveloppe budgétaire augmentée. Bien qu'il n'y ait pas eu de recrutement dédié au niveau technique sur le projet, l'implication des laboratoires a permis l'accroissement des ressources humaines. Grâce aux plus jeunes physiciennes et physiciens, l'effort d'analyse des équipes de l'IN2P3 est en augmentation.

T2K, SK et HK : Les équipes de l'IN2P3 sont fortement impliquées sur le détecteur proche de T2K, qui sera opérationnel en mars 2024 malgré le retard pris au niveau international. Plusieurs incidents ont eu lieu sur l'infrastructure à JPARC, qui est vieillissante, mais il semble que les collègues de KEK en prennent la mesure. Le projet HK avance bien, notamment l'excavation. Avec le rejet de la proposition IN2P3 de l'ASIC HKROC, il reste deux contributions techniques de l'Institut : la génération et la distribution de l'horloge ainsi que les tests de l'électronique. Une revue KDP2 a été faite à l'IN2P3 et les MoU sont en cours de rédaction. Au niveau du calcul, il y a un intérêt du CC-IN2P3 pour constituer un Tier-1, mais cette proposition n'a pas encore été discutée avec le management de HK. La finalisation de l'effort HKROC est soutenue par l'IN2P3 (comme recommandé par le Conseil) avec plusieurs publications en cours sur le sujet. La direction soutient SK financièrement et avec l'attribution de post-docs.

KM3NET : la direction a bien noté la crainte du Conseil concernant l'incertitude liée au financement de cette expérience. C'est un projet hautement prioritaire à l'IN2P3, qui est financé en tant que IR CNRS (Infrastructure de Recherche), avec un soutien doublé en deux ans, et qui profite parfois de fonds exceptionnels IN2P3, ainsi que du CPER Marseille / Toulon (accord entre le CNRS et la Région) avec 8 millions d'euros sur 4 ans. Le Laboratoire Sous-marin Provence Méditerranée (LSPM) est entièrement financé, mais sur les 115 lignes prévues pour KM3NET, seulement 50 lignes sont actuellement financées. De nouveaux financements sont recherchés activement, notamment avec les partenaires du Royaume-Uni, du NIKHEF qui contribue déjà avec 26 lignes de KM3NET, et de l'Italie qui a obtenu 65 millions d'euros avec ARCA (ARCA, destiné à la recherche de neutrinos cosmiques de très hautes énergies, utilise les mêmes dômes mais des lignes différentes d'ORCA, qui se focalise sur les neutrinos atmosphériques). Un total cumulé de 24 lignes sera installé d'ici à la fin 2023, et 38 lignes d'ici fin 2025. Au LPC Caen, un DR externe a rejoint l'équipe ainsi qu'un CR, et une nouvelle salle de montage a été mise en place pour accélérer la production. Les laboratoires de Subatech et IPHC effectuent le montage des dômes. Concernant le projet d'utiliser ORCA comme détecteur lointain pour une expérience longue distance, il y a une demande d'ERC mais avec un faisceau du CERN plutôt que de Protvino.

Retour sur la séance abordant les activités de théorie à l'IN2P3 :

A. Texeira (déléguée scientifique à la théorie et phénoménologie) fait le point sur les activités de théorie depuis la séance de juin 2021.

Il y a sept "master projets" en cours en physique des particules et hadroniques, cinq master projets en Structure et Réactions Nucléaires et Astrophysique Nucléaire, et enfin quatre projets en Astroparticules et Cosmologie. Ces master projets permettent de structurer la communauté. En 2021, 118 permanents avaient des activités en théorie à l'IN2P3. Depuis, il y a eu le recrutement de deux nouveaux MCF, de quatre CR, d'une chaire de professeur junior (CPJ) de type CNRS à Toulouse. En contrepartie, il y a eu plusieurs départs à la retraite (dont des éméritats) et trois mutations dans des laboratoires pilotés par l'INP.

Sur la thématique de la physique des particules, le Conseil recommandait d'étudier la phénoménologie au-delà du Modèle Standard autour de la matrice PMNS ; il y a aujourd'hui un CDD qui est actif dans ce domaine. En physique hadronique, une expertise sur l'interaction avec les neutrinos serait profitable. Concernant la QCD sur réseaux, il y a plus de cinq ans, le centre de gravité s'est déplacé vers Marseille. Les recherches en QCD perturbative ont été renforcées par un CR à l'IJCLab. Le Conseil réclamait un recrutement sur la thématique des

réactions et structures nucléaires, et il y a eu une CPJ à Toulouse. En astrophysique nucléaire, le recrutement de M. Antonelli et d'un IR au LPC Caen a eu lieu. La communauté en physique des astroparticules est animée par INTERCOS, un projet financé par l'IN2P3 en soutien à la théorie sur le rayonnement cosmique. En cosmologie, il y a eu la mise en place du GDR CoPhy ("Cosmological Physics).

R. Pain fait remarquer que les profils de recrutement de théoriciens par la section 01 sont plutôt orientés phénoménologie alors que ceux ouverts en section 02 sont souvent sur des aspects théoriques plus formels, ce qui a permis de clarifier le positionnement des deux sections sur les recrutements en théorie.

Postes au concours l'année prochaine :

R. Pain signale que la proposition de l'IN2P3 pour les postes au concours de la section 01 n'est pas encore validée par le CNRS. Il y aura le même nombre de postes que l'année dernière (neuf postes au concours dont un seul concours blanc), huit en section 01, et un en section 03 (R&D accélérateur avec affectation à IJCLab). La section 01 recrutera dix DR2, comme l'an dernier. Le concours sera ouvert du 10 janvier au 9 février 2024.

Comme l'an dernier, trois CPJ CNRS dont une interdisciplinaire ont été attribuées à l'IN2P3, dont une CPJ sur le projet KIDs pour le CMB affecté à Grenoble (LPSC, Neel ou IPAG), ainsi qu'une CPJ en physique des particules et une en physique nucléaire. Il faut remarquer que cette année les Universités n'ont pas fait remonter de CPJ avec des profils dans nos cœurs de métiers.

L'année dernière, le poste CR en CID 55 (science et données) mis au concours n'a pas été pourvu. L'idée est maintenant de revenir à la possibilité d'ouvrir des postes en section 01 qui auront une coloration sur la thématique des données.

Processus de renouvellement directeur d'Institut :

Le processus de nomination de la nouvelle personne à la direction de l'IN2P3 a été mis en place par le CNRS, avec un comité de recrutement sans membres de l'IN2P3. Les auditions ont lieu en novembre. Une liste restreinte sera proposée au PDG du CNRS, qui va faire choix. Le mois de décembre permettra de faire la passation.

Le CSI IN2P3 est également renouvelé. La liste des propositions de nomination par l'IN2P3 est remontée au CS CNRS pour avis, puis remontera ensuite au Ministère.

Périmètre des sections :

La durée du mandat des sections est revenue à quatre ans, au lieu de cinq ce qui est perçu positivement par les membres des sections. La question de diviser la section 01 se pose, car elle s'occupe des carrières de 450 chercheurs, ce qui est en moyenne deux fois plus que les autres sections du CNRS. C'est un inconvénient car le nombre de dossiers est double et le nombre d'experts de la commission est fixe. D'autre part, les thématiques de la section 01 ont évolué : auparavant les thématiques des astroparticules, de la cosmologie, des accélérateurs, de la santé n'existaient pas dans les proportions actuelles. Les activités en Énergie nucléaire et en nucléaire pour la santé sont nouvelles. Une possibilité de nouvelle organisation, proposée par la direction, serait : 1) thématiques particules, astroparticules, cosmologie, instrumentation innovante et technologie numériques (60% des effectifs) 2) physique et

astrophysique nucléaire, désintégration bêta et matière noire, physique des accélérateurs et nucléaire (40% des effectifs).

La présidente de la section 01 commente que cette proposition n'a pas encore été discutée avec la section 01. Il y a le risque de diviser la communauté et de briser le sentiment d'appartenance à l'Institut.

Fonctionnement des projets interdisciplinaires :

Les actions de la direction ont beaucoup développé l'interdisciplinarité à l'Institut. Le soutien de base a été doublé pour les équipes impliquées et les ressources projets de l'Institut ont été recentrées sur les projets prioritaires, ce qui a permis de clarifier la situation. Un appui a été donné à la recherche de financements externes pour ces thématiques qui bénéficient par ailleurs de soutiens conséquents en post-docs et doctorants.

Bilan sur la création de laboratoires ces dernières années :

Le laboratoire L2IT créé en 2020 à Toulouse montre un grand dynamisme. Volontairement, il n'est pas engagé dans des activités instrumentales. Toulouse est un site exceptionnel d'un point de vue scientifique.

La création d'IJCLab était une demande de fusion des quatre laboratoires IN2P3 du site, que l'IN2P3 a accompagné, dans le cadre du développement de l'Université Paris Saclay.

La création des IRL (Laboratoire de Recherche International) à l'étranger, par exemple à Berkeley et Tokyo, fonctionne très bien et contribue à dynamiser les recherches à l'Institut. Le projet de création d'un IRL à Chicago est en cours.

Une antenne IN2P3 au CERN (AICP, Antenne IN2P3 CERN Prévessin) a été réinstallée. Cela permet une présence accrue au CERN et représente une aide à la mobilité pour les doctorants et post-docs.

Financement de stages et thèses par l'IN2P3 :

A l'issue de l'exercice de prospectives sur les ressources humaines et techniques, le besoin de travailler sur l'attractivité envers les étudiants et jeunes chercheurs a été identifié. Plusieurs mesures ont été prises dans ce sens.

Tout d'abord, le retour des stages financés, anciennement dits "Janus", pour les L1 et L2 a été décidé. La direction souhaite aussi augmenter le nombre de stages de L3 et M1 dans les thématiques de l'Institut. Des bourses d'excellence seront affectées à des étudiants sélectionnés en fin de stage M1 pour les engager dans nos laboratoires en M2. Un délégué scientifique à la formation et l'enseignement supérieur (Dany Davesne) est nommé dans l'Institut. Une démarche de labellisation des Master, les "Master des 2 Infinis" a été initiée.

Chaque année, environ 15 thèses et 25 post-docs sont attribués par l'IN2P3. Auparavant, les laboratoires remontaient des projets de thèse, et l'IN2P3 attribuait les financements selon les sujets prioritaires. Il s'agira dorénavant de réserver 10 thèses pour les nouveaux entrants et MCF s'ils sont dans une démarche de préparer leur HDR après 3 ans d'expérience. Il resterait 5 thèses à attribuer pour des bourses d'excellence, sans audition, mais en connaissance des noms de l'étudiant(e) et du (de la) directeur(trice) de thèse. Il s'agit d'aider les équipes

auxquelles un CR est attribué, lequel sera donc, quelques années plus tard, accompagné par une thèse. Au fil de l'eau des ajustements seront possibles, c'est déjà le cas actuellement.

Remerciements

R. Pain remercie le Conseil pour le travail constructif et collégial effectué lors de cette mandature. Le Conseil remercie le directeur de l'Institut et son équipe de direction pour le travail effectué en commun et les discussions fructueuses au cours de la mandature.