

Conseil Scientifique de l'IN2P3

25 et 26 octobre 2012

CNRS - Campus Michel-Ange

Membres du Conseil Scientifique présents

N. Alahari, J.-C. Angélique, E. Aprile, U. Bassler, D. Boutigny, A. Bracco, I. Buvat, G. Claverie, W. Da Silva, M. De Naurois, J. Dumarchez, P. Fayet, F. Ferroni, P. Gay, P. Giubellino, D. Grolet, D. Jouan, F. Kapusta, B. Mansoulié, L. Perrot, Ch. Yèche

Assistaient à la session fermée

Le Directeur de l'Institut J. Martino,

les Directeurs Adjointes : G. Chardin, D. Guillemaud-Mueller, Ch. de la Taille

les orateurs et rapporteurs: Jules Gascon, Dominique Thers, Francesco Pietropaolo, Pierre Antilogus, Marek Kowalski, Pierre-Henri Carton, Anne Ealet, François Bouchet, Patrick Stassi

Excusé

D. Dauvergne

1 Ordre du jour de la séance ouverte (25 octobre 2012)

- | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1. Matière Noire: | Recherche directe | Josef Jochum |
| 2. MIMAC | | Porte parole: Daniel Santos |
| 3. Dark Side | | Porte parole: Davide Franco |
| 4. EDELWEISS | | Porte parole: Jules Gascon |
| 5. Xenon-1t | | Porte parole: Dominique Thers |
| 6. Énergie Noire: | Panorama | Éric Aubourg |
| 7. Énergie Noire: | Revue critique | Julien Guy |
| 8. LSST | | Porte parole: Pierre Antilogus |
| 9. EUCLID | | Porte parole: Anne Ealet |

Les présentations sont en ligne à l'adresse suivante:

<http://supernovae.in2p3.fr/jacz/csin2p3-20121025/>

2 Ordre du jour de la séance fermée 26 octobre 2012)

- | | | |
|--------------|-------------|--------------------------|
| 1. EDELWEISS | Rapporteurs | E. Aprile, N. Ferroni |
| 2. Xenon-1t | Rapporteur | F. Pietropaolo |
| 3. LSST | Rapporteurs | M. Kowalski, P.H. Carton |
| 4. EUCLID | Rapporteurs | F. Bouchet, P. Stassi |

3 Relevé de conclusions

3.1 EDELWEISS

Le Conseil remercie Jules Gascon et la collaboration EDELWEISS pour le document et la présentation résumant l'état d'avancement de l'expérience EDELWEISS-III. Le projet avait été présenté en Juillet 2010 au Conseil Scientifique qui, dans le contexte fortement concurrentiel de l'époque et compte tenu de l'obtention d'un financement par l'ANR de l'achat des cristaux de Ge, avait recommandé le soutien de l'IN2P3 à ce projet et encouragé la collaboration à mobiliser ses équipes pour obtenir les réductions de bruit de fond annoncées et arriver fin 2012 à une exposition cumulée de 3000 kg.j pour un niveau de bruit de fond attendu de moins d'un événement.

Les choix techniques cruciaux qui ont été faits concernent la production de nouveaux détecteurs (FID800) et la réduction du bruit (électronique, microphonique et du flux de neutrons résiduels). Les premiers tests faits sur 3 détecteurs en 2010 ont été très encourageants, mais la production suivante de 4 détecteurs a fait apparaître d'importants problèmes de courant de fuite entre électrodes adjacentes. Près de deux années de travail avec les fabricants ont été nécessaires pour arriver à une solution, utilisant d'ailleurs un procédé développé au CSNSM de traitement chimique de surface sur le Germanium. Ayant éprouvé la fiabilité du procédé sur 8 détecteurs, la collaboration EDELWEISS va donc reprendre la production au rythme de un par semaine, démarrer un run de commissioning en début 2013 et commencer le run de physique à l'été 2013 avec l'objectif d'accumuler 3000 kg.j pour la fin 2013, soit avec une année de retard sur l'objectif initial.

Le Conseil mesure l'ampleur des progrès qui ont été faits sur la production et les performances des détecteurs et il félicite la collaboration pour son travail rigoureux et systématique sur l'instrument. Il constate que le niveau de sensibilité atteint permettra, s'il est confirmé par la production à venir, de faire jeu égal avec Xenon-100, mais avec une technologie très différente et l'avantage d'une meilleure résolution en énergie, précieuse en cas de découverte de signal. Cette complémentarité est indispensable pour une recherche fondamentale comme celle de la matière noire, et EDELWEISS sera jusqu'en 2015 la seule expérience de bolomètres à cette sensibilité ($\sim 2 \cdot 10^{-9} pb$ pour des WIMPs de $100 GeV/c^2$). Cette étape est donc indispensable pour envisager l'avenir de cette technologie. D'importantes revues auront lieu en 2013-14 aux USA et en Europe et il est donc crucial de confirmer par un run de physique significatif la qualité de la technologie FID.

Bien que tendues, les conditions budgétaires et de ressources humaines semblent sous contrôle avec cependant la production d'une partie de l'électronique de lecture qui a dû être retardée et une inquiétude sur le niveau de participation du CEA, qui pourrait affecter le budget de fonctionnement. Le rythme de production des détecteurs est en principe confortable, mais il faudra être extrêmement attentif aux aléas. *Le Conseil encourage la collaboration à soutenir l'effort de production et d'installation pour pouvoir réellement démarrer un run de physique à l'été 2013 avec 40 détecteurs Ge FID800 et recommande un soutien fort à l'expérience EDELWEISS-III.*

Le Conseil a également été sensible à l'avantage de la technologie des bolomètres aux basses

masses de WIMPs par rapport aux liquides nobles. L'excellente résolution en énergie du Ge associée à une électronique spécifique très bas bruit devrait permettre de baisser significativement les seuils (à qq keV) pour atteindre une sensibilité inégalée entre 10 et 50 GeV/c². Il semble donc important d'investir cette voie-là dès que possible.

Le Conseil est conscient des interférences entre le démarrage de l'expérience EDELWEISS-III et la R&D nécessaire pour abaisser les seuils. Le Conseil recommande néanmoins que cette R&D, d'ailleurs en partie financée par une ANR (COCA), soit menée à bien, que des études d'abaissement de seuil soient entreprises sur quelques uns des meilleurs détecteurs et que l'expérience développe une stratégie de sensibilité aux basses masses de WIMPs.

3.2 Xenon-1t

Le Conseil remercie Dominique Thers pour sa présentation proposant une contribution française à l'expérience XENON1T. S'appuyant sur l'expérience accumulée par le projet XENON et en particulier sa dernière phase XENON100, XENON1T a l'ambition d'améliorer de 2 ordres de grandeur la sensibilité de la recherche directe de matière noire (10^{-47}cm^2 pour des masses autour de 50 GeV/c²). L'expérience, qui est aujourd'hui leader mondial de cette recherche directe, sera en 2015 sans compétiteur à cette sensibilité. Il s'agit d'une TPC à xenon en double phase. La phase liquide est la cible. La lumière de scintillation est détectée par des photomultiplicateurs ainsi que la charge électrique, mesurée par la scintillation produite, après dérive et amplification dans la phase gazeuse, le rapport entre les 2 signaux étant utilisé pour séparer le signal du bruit de fond. La collaboration a lancé dès 2010 d'importantes R&D pour gagner ces 2 ordres de grandeur en sensibilité en n'augmentant que d'un ordre de grandeur la masse effective: elles concernent en particulier la photodétection, la purification, la cryogénie ...

Le groupe de Subatech participe à l'expérience depuis la phase XENON100 avec un soutien principalement local. Ses contributions ont porté sur le processing des données, le slow control et dans l'analyse des données notamment sur l'étude de la détection de l'électron unique. Pour XENON1T, le groupe a choisi de travailler sur le système de récupération et de stockage du xenon, indispensable du fait du coût important et croissant du xenon (qui représente 30% du coût de l'expérience) mais qui pourrait aussi permettre une réduction notable du temps mort de l'expérience par une accélération du processus. Cette R&D s'inscrit aussi dans une vision à plus long terme au sein de la design study européenne DARWIN. À partir d'un financement local (de la Région Pays de Loire) une R&D a été menée conjointement avec l'industriel Air Liquide et a abouti en mai 2012 à un design complet du système ReStoX répondant au cahier des charges de l'expérience et qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet commun CNRS/Air Liquide. La collaboration XENON1T a approuvé ce design très compact, sûr et de faible consommation. Le calendrier de construction est très serré (18 mois), ne comprend guère de marge et l'installation doit être faite au Gran Sasso par l'équipe de Subatech avant la mise en route de la colonne de distillation, prévue en mai 2014. Cela impliquerait une décision et un démarrage de la construction immédiats. Le groupe de Subatech en demande le financement à l'IN2P3: 650 kEuros.

Cette demande pose un problème au Conseil. Elle émane d'un seul groupe de l'IN2P3,

engagé dans une R&D sur fonds locaux. Au moment où cette R&D aboutit, la contribution qui est demandée à l'IN2P3 correspond à un engagement fort, d'ordinaire attribué à plusieurs groupes, voire à une communauté. Dans le cas d'un groupe isolé – au moins pour le moment puisque l'effort d' "accrétion" n'a pas encore été fait – un financement plus réparti s'impose. Une base de discussion proposée par la Direction de l'IN2P3 (1/3 IN2P3, 1/3 Subatech, 1/3 Air Liquide) devrait être explorée, et aurait dû l'être très en amont.

Le Conseil reconnaît que la politique scientifique de l'IN2P3 en ce qui concerne la recherche directe de matière noire a jusque là privilégié la technologie des bolomètres avec un soutien fort à EDELWEISS. Mais il pense néanmoins, comme la prospective IN2P3-Irfu l'a défendu, que la participation à une expérience utilisant une technologie très différente, qui plus est l'expérience leader mondiale, est souhaitable. La proposition technique amenée par le groupe de Subatech y garantirait une bonne visibilité. Le Conseil recommande donc au groupe de Subatech de rechercher une solution budgétaire qui ne repose pas que sur l'IN2P3 et de se renforcer avec d'autres groupes français.

3.3 LSST

Le Conseil remercie Pierre Antilogus pour sa présentation et la collaboration LSST-France pour l'ensemble de la documentation très complète. Il remercie également les 2 rapporteurs, Marek Kowalski et Pierre-Henri Carton, pour leur travail approfondi sur les enjeux scientifiques et techniques de ce projet. Le projet LSST se propose notamment d'étudier la nature de l'énergie noire et de la matière noire à l'aide d'un relevé grand champ, grand angle couvrant la moitié du ciel visible toutes les 4 nuits pendant 10 ans! Cet effort piloté par les USA a été approuvé en 2012 pour un financement NSF et DOE, avec un début de construction mi 2014 et une première lumière fin 2019. La participation française date de 2007 – soutenue d'ailleurs par une recommandation du Conseil Scientifique de décembre 2007. Elle concerne huit laboratoires de l'IN2P3 dont les travaux de R&D sur la caméra valent aujourd'hui à l'Institut le privilège rare d'être compté au rang des membres principaux (core members) de l'expérience.

Le potentiel scientifique de cette expérience est énorme: il s'agit d'utiliser dans un même relevé toutes les sondes d'énergie noire disponibles (weak lensing, amas de galaxies, oscillations acoustiques des baryons, supernovae, y compris celles amplifiées par lensing) pour contraindre l'équation d'état. Mais la somme de données astronomiques accumulées permettra quantité d'études dont bon nombre n'ont pas été anticipées, comme cela s'est vu dans le passé (avec SDSS par ex.).

Pour cette imagerie grand champ ultime depuis le sol, alliant un grand télescope de 8.4 m à une caméra de 3.2 Gpixels, les groupes de l'IN2P3 ont choisi de travailler sur la caméra – les CCDs et leur électronique associée, le système de changeur de filtres et la calibration –, sur le calcul – le CC-IN2P3 serait l'un des 3 Data Centers de LSST – et sur la préparation de la science – participation aux groupes de travail et à la structuration de l'analyse dans la DESC (Dark Energy Science Collaboration). Le choix de contribuer principalement à la caméra impose des contraintes temporelles et budgétaires fortes, puisque la caméra doit être assemblée à SLAC dès 2017. Mais scientifiquement ce choix peut constituer un avantage en

libérant du temps pour la préparation de la science, 2 ans avant le démarrage.

La Conseil a apprécié l'important travail de R&D fourni au cours des 5 dernières années et la structuration de la participation française autour de contributions techniques cohérentes avec les objectifs scientifiques. Il souligne en particulier l'intérêt du développement d'ASICs de lecture et de contrôle des CCDs: au delà du succès de ces développements (les ASICs ASPIC et CABAC ont été adoptés par la collaboration), cette contribution donne accès à la compréhension fine des données, qui est la clé du projet. Combinée avec la contribution au banc optique de caractérisation de la caméra (CCOB), donc à la calibration, elle devrait placer les groupes français en très bonne position pour les premières analyses. En ce qui concerne la participation demandée à l'achat des CCDs de l'expérience (25%, c'est-à-dire environ 4M\$) comme contre-partie du statut de core-member, le Conseil considère qu'elle est favorablement compensée par les conditions d'accès privilégié aux données (voir ci-dessous).

Au niveau des données de LSST, le Conseil reconnaît que le fait de disposer d'une copie locale est extrêmement utile pour une bonne exploitation des images et représente un vrai avantage scientifique. Considérant de plus les frais d'exploitation élevés envisagés pour LSST – 37 M\$/an – le Conseil approuve la proposition de constituer le CC-IN2P3 en centre de données et de calcul pour l'expérience et de comptabiliser cette contribution in-kind au titre du fonctionnement de l'expérience. L'évolution du CC-IN2P3 qui en suivra va dans le sens d'un élargissement de ses missions et compétences au delà de la physique des particules.

Le projet de changeur de filtre est un projet technique ambitieux aux fortes contraintes d'environnement et de fonctionnement: longue durée d'exploitation (15 ans), 100000 opérations du système prévues, résistance aux tremblements de terre, taille des éléments mobiles etc ... Il mobilise les équipes de mécanique de 5 laboratoires, bien organisées en une structure cohérente en termes de développement et d'éléments à construire. Le design a été validé en interne mais aussi par une entreprise extérieure et un prototype doit être construit. Ainsi, même si le projet représente un défi technique important, le risque est plus lié au budget et au calendrier: pour que le projet soit en temps il faut que des coûts et des approvisionnements puissent être engagés très vite.

En ce qui concerne la préparation de la science, le Conseil a noté la structuration de la collaboration selon un mode proche de la physique des particules et la place qu'y ont prise les membres de l'IN2P3. Il a également été sensible à l'écart en temps entre la fin du CFHTLS par ex. et LSST et il soutient la recommandation du rapporteur, d'explorer la possibilité pour au moins une partie des physiciens engagés dans LSST, de participer, sans développement hardware, à une expérience intermédiaire, comme DES ou Suprime-CAM, pour y expérimenter de nouveaux modes de traitement et stockage de données, de nouvelles directions d'analyse (weak lensing par ex.) et y former de nouveaux physiciens.

Le Conseil considère que l'objectif scientifique poursuivi par LSST est majeur et recommande un soutien fort à ce projet. Il apprécie la cohérence des contributions proposées par les groupes de l'IN2P3 et recommande qu'un profil de financement soit trouvé, entre Institut et TGIR, qui mette en particulier en valeur les contributions sur l'électronique associée aux senseurs de la caméra et sur le système de changeur de filtres, et qui préserve aussi le statut privilégié de core-member.

3.4 EUCLID

Le Conseil remercie Anne Ealet pour sa présentation et les rapporteurs, François Bouchet et Patrick Stassi, pour leur analyse éclairante de l'état de la participation française au projet de satellite spatial EUCLID, mission importante du programme *Cosmic Vision* de l'ESA. La science couverte par EUCLID est très largement commune avec LSST: il s'agit de contraindre l'équation d'état de l'énergie noire, en particulier avec les 2 sondes les plus prometteuses aujourd'hui, le cisaillement gravitationnel faible et les oscillations baryoniques acoustiques. La combinaison de ces deux sondes sur le même volume du ciel avec le même instrument permettra une vérification et un très bon contrôle des erreurs systématiques dans l'interprétation finale. Le satellite est équipé d'un télescope éclairant deux instruments, l'un dans le visible (VIS) et l'autre dans l'infra-rouge (NISP). Ces deux instruments permettront une mesure photométrique précise des décalages vers le rouge, complétée par des mesures photométriques au sol sur de grands télescopes, comme LSST en particulier. Le NISP permettra aussi un relevé spectroscopique massif conduisant à la mesure des distances de plus de 50 millions de galaxies entre $0.7 < z < 2$.

Les groupes de l'IN2P3 ont choisi de travailler sur le détecteur NISP et sur le segment sol. S'appuyant sur les développements engagés pour le projet SNAP (prédécesseur américain d'EUCLID dont le projet est maintenant abandonné), ils (CPPM et IPNL) ont pris en charge l'intégration du plan focal et sa caractérisation fine, dans un projet sous responsabilité globale du CNES: leur expertise reconnue sur les détecteurs de type H2RG a permis de développer toute l'activité de caractérisation et d'acquisition bas bruit, essentielle pour EUCLID, qui vise une précision photométrique de 1% et spectroscopique de 7%.

La Conseil constate que la configuration et l'organisation du projet font que les contraintes et les difficultés inhérentes aux techniques spatiales sont réduites: peu d'interfaces avec le satellite, peu d'interfaces avec l'industrie du spatial, pas de soft de vol ... *Le Conseil considère que l'activité technique envisagée par les laboratoires de l'IN2P3 dans le projet EUCLID est à la hauteur des compétences existantes et des ressources disponibles (incluant la contribution en personnels venant du CNES).*

En ce qui concerne la participation au segment sol, elle se fait sous la responsabilité globale du CNES, qui coordonne le groupe système global ainsi que la contribution française. Le CCIN2P3 est envisagé comme centre de production, ce qui induira des évolutions techniques qu'il faudra anticiper dans les années qui viennent. Mais au delà de la production des données d'EUCLID, le traitement des données externes (par ex. les données des télescopes au sol) pour les intégrer dans l'analyse d'EUCLID et les développements algorithmiques pour l'estimation des redshifts photométriques, sont des questions qui sont plus du ressort de développements faits dans les laboratoires: c'est la voie choisie par le Centre François Arago de l'APC.

En ce qui concerne la préparation à l'exploitation scientifique, l'organisation, aujourd'hui moins structurée que les activités projet, passe par des groupes de travail thématiques. Les scientifiques de l'IN2P3 y sont actifs, y compris dans les thèmes principaux - BAO et cisaillement gravitationnel - pour lesquels l'expertise reste à acquérir. Certes c'est encore tôt dans le projet, mais il serait utile que les groupes de l'IN2P3 définissent une stratégie pour l'exploitation scientifique. La simulation, qui permet de propager les effets instrumen-

taux jusqu'à la science, peut être un axe d'une telle stratégie: outil familier des groupes de l'IN2P3, il concerne ici des instruments et des thèmes qui le sont moins. Un investissement fort, tel qu'amorcé au CPPM avec la coordination de cette activité, pourrait permettre de développer une connaissance fine de l'ensemble du projet et de nouer des collaborations utiles, en particulier avec des groupes de l'INSU.

Le conseil recommande un soutien fort à l'activité EUCLID dans l'IN2P3 telle que définie dans les projets NISP et participation au segment-sol. L'organisation actuelle, héritée des évolutions successives nombreuses qu'a subi le projet semble trop complexe et le Conseil recommande qu'une simplification soit recherchée pour plus d'efficacité. Et pour la préparation à l'exploitation scientifique le Conseil recommande que les groupes de l'IN2P3 définissent une stratégie pour aborder l'analyse dans un environnement complexe: la calibration des instruments, la simulation et le traitement des données externes pourraient contribuer à cette stratégie. Le Conseil recommande en outre de bien anticiper les budgets d'exploitation scientifique, qui ne sont pas inclus dans les budgets du projet au CNES.

3.5 LSST-EUCLID

Lors des discussions, les deux rapporteurs scientifiques, M. Kowalski sur LSST et F. Bouchet sur EUCLID, ont fortement insisté sur la complémentarité remarquable existant entre les deux instruments et leurs programmes scientifiques. S'agissant de mesures extrêmement difficiles, le fait de "croiser" les sondes permettra de s'assurer que les effets systématiques sont bien contrôlés. Et par ailleurs il y a une synergie évidente à élargir la gamme de longueur d'onde dans les redshifts photométriques dont les deux expériences ont besoin. D'un point de vue plus technique, les méthodes de traitement et de production d'images seront sans doute voisines et il peut être utile de penser pour le CCIN2P3 à une évolution de ses infrastructures qui englobe LSST et EUCLID.

Les français jouant un rôle majeur dans les deux projets, le Conseil recommande qu'une réflexion soit entamée pour élaborer une collaboration possible. La discussion est sans doute politiquement difficile mais le gain scientifique est tel qu'il semble inévitable d'en passer par là: les français devraient en prendre l'initiative