

COMITÉ NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CONSEIL SCIENTIFIQUE D'INSTITUT

Compte rendu

(approuvé à l'unanimité moins une abstention)

Conseil scientifique de l'IN2P3
22-23 octobre 2015

Sommaire

1. Examen de projet : l'énergie noire	3
1.1. Introduction	3
1.2. Avis général	3
1.3. Projets à long terme : LSST et Euclid.....	4
1.3.1. Large Synoptic Survey Telescope (LSST).....	4
1.3.2. Euclid.....	5
1.4. Projets intermédiaires « grand champ ».....	7
1.4.1. Imagerie visible	7
1.4.2. Spectroscopie.....	7
1.5. BAO radio	8
1.6. Fonds diffus cosmologique (CMB).....	9
2. Vie du conseil	12
2.1. Comptes rendus.....	12
2.2. Politique et direction de l'institut.....	12
2.3. Vacances de sièges.....	12
2.4. Recommandations.....	12
2.3.1. Fléchage et coloriage des postes à l'IN2P3.....	12
2.5. Fonctionnement	13

Membres du Conseil scientifique :

Présents : J.C. Angélique, M. Baylac, B. Blank, D. Boutigny, W. da Silva, M. Jacobé de Naurois, D. Duchesneau, P. Gay, J. Giovinazzo, T. Hebbeker, C. Landesman, A. Lefebvre-Schuhl, P. Manigot, A. Maserio, A. Monfardini, M. Ridel, M.-H. Schune, M. Tripon, D. Vincent, K. Werner.

Excusés : C. Renault, P. Van Duppen.

Personnes présentes à la session fermée :

Représentants de l'Institut : U. Bassler, R. Pain.

Orateurs : R. Ansari, P. Antilogus, J. Delabrouille, A. Ealet, J. Guy, J. Macias-Perez, N. Regnault.

Rapporteurs externes : A. Blanchard, R. Miquel, P. Zarka.

Invité : R. Granier de Cassagnac.

Ordre du jour de la séance ouverte (jeudi 25 juin)

- Introduction de la thématique « Énergie noire » : Dominique Boutigny
- Le contexte scientifique : cosmologie et physique fondamentale : Pierre Binetruy
- Revue expérimentale des sondes cosmologiques : Emmanuel Gangler
- LSST, avancement de la construction et de la préparation scientifique : Pierre Antilogus
- Euclid, avancement de la mission et préparation scientifique : Anne Ealet
- Projets intermédiaires en imagerie grand champ : Supernovae et Lensing : Nicolas Regnault
- Grands relevés spectroscopiques pour la mesure des BAO, projets eBOSS et DESI : Julien Guy
- BAO Radio, le rayonnement à 21 cm comme sonde cosmologique : Réza Ansari
- Fond diffus cosmologique : État des lieux et perspectives scientifiques : Jacques Delabrouille
- Expériences et R&D pour la mesure du CMB à court et moyen terme : Juan Macias-Perez

Ordre du jour, documents préparatoires et présentations publiques sont disponibles sur le site de l'IN2P3 : <http://www.in2p3.fr/actions/conseilsscientifiques/conseils.htm>

1. Examen de projet : l'énergie noire

Remerciements aux orateurs et rapporteurs externes

Le conseil remercie les orateurs pour la qualité et la clarté de leur exposé concernant les différents projets présentés lors de ce conseil.

Le conseil remercie également les rapporteurs pour leur travail et la pertinence de leur contribution sur les projets étudiés par le conseil.

1.1. Introduction

La cosmologie est probablement à un moment clef de son évolution. Le modèle de concordance décrit fidèlement le contenu et la dynamique de l'univers, en accord avec l'ensemble des nombreuses observables. Avec seulement six paramètres libres, aujourd'hui connus avec une précision de l'ordre du pour cent, il rend compte de l'évolution des structures, depuis les fluctuations quantiques environ 10^{-35} seconde après le Big-Bang, jusqu'aux galaxies et amas de galaxies visibles 13,8 milliards d'années plus tard.

L'énergie noire dicte l'expansion de l'espace depuis quelques milliards d'années. Si elle peut certes s'interpréter comme la simple constante cosmologique dans le cadre de la relativité générale, elle échappe à toute compréhension « physique ». Le modèle standard de la physique des particules ne semble d'aucune aide pour la comprendre, et il n'explique ni l'inflation primordiale ni la matière noire.

Plusieurs champs restent à explorer finement et ouvrent de nouvelles voies. L'observation des modes B de polarisation du rayonnement fossile est sans doute l'accès unique à l'échelle d'énergie de l'inflation et à la physique de cette époque. Les âges sombres, soit les premières centaines de millions d'années après la séparation entre la matière et le rayonnement, ne seront directement observables qu'à l'aide de radiotélescopes mesurant la raie à 21 cm fortement décalée vers le rouge, en dressant le spectre des fluctuations de matière avant l'allumage des premières étoiles. Enfin, la cartographie à trois dimensions des galaxies jusqu'à un *redshift* de l'ordre de deux sur une très large partie du ciel donnera accès à la répartition de la matière au cours des dix derniers milliards d'années. L'évolution de la distribution de matière et l'histoire de l'expansion, si elles sont mesurées précisément, permettront de tester aux plus grandes échelles notre théorie de la gravitation et d'affiner notre connaissance des densités de matière et d'énergie noires.

1.2. Avis général

Après examen des projets en cours et proposés pour chercher et étudier l'énergie noire dans l'univers, le conseil note que la communauté scientifique française est aujourd'hui fortement engagée dans deux projets de taille : Euclid et LSST, qu'il s'agit de suivre de façon continue et cohérente. Les contributions à Euclid sont financées par le CNES et les équipes majoritairement issues de l'INSU et du CEA, alors que l'IN2P3 est moteur dans LSST. Les deux projets sont actuellement en développement et vont commencer à prendre des données à l'horizon 2020-2022. Les équipes de l'IN2P3 y sont fortement impliquées dans des développements techniques, ce qui devrait leur permettre de prendre une place de premier choix dans l'exploitation de ces instruments. Des projets intermédiaires, s'appuyant notamment sur les données des instruments Subaru/

(Hyper)SuprimeCam et CFHT/Megacam pour l'imagerie, ainsi que SDSS/eBOSS pour la spectroscopie, ont partiellement vocation à préparer Euclid et LSST. Cet effort de préparation et de formation, notamment au niveau du cisaillement gravitationnel, devrait être augmenté. Le conseil attire l'attention sur l'importance d'articuler les deux grands projets avec les projets intermédiaires pour que les équipes puissent avoir des interactions fortes avec le monde de la cosmologie. L'engagement actuel dans DESI est similaire à ceux dans les projets intermédiaires alors que le démarrage de DESI interviendra à peu près au même moment que celui des deux autres grands projets que sont Euclid et LSST. Si un engagement des équipes de l'IN2P3 dans DESI à la hauteur de ces deux projets n'est pas envisageable, une participation bien ciblée à DESI semble intéressante.

En ce qui concerne la recherche des oscillations acoustiques baryoniques radio, le conseil reconnaît l'expertise acquise par les équipes de l'IN2P3. Cependant, dû à la petite taille de la communauté, il recommande de se limiter à un nombre restreint de projets et de sujets. La participation dans ces recherches permettra à cette communauté de jouer un rôle important dans le projet de prochaine génération SKA.

Après la moisson de résultats de WMAP et de Planck, les équipes de l'IN2P3 se sont lancées dans divers projets qui sont pour l'essentiel QUBIC, NIKA/NIKA2, PolarBear et Simmons Array. Le conseil soutient fortement les activités dans QUBIC, mais s'inquiète du manque de décision sur le site de ce projet. Il soutient aussi la continuation des efforts sur NIKA2. Si la participation actuelle dans PolarBear et Simmons Array semble être aujourd'hui satisfaisante bien que limitée, le conseil constate la faiblesse des ressources avancées pour une participation effective dans CMB-S4.

1.3. Projets à long terme : LSST et Euclid

LSST et Euclid sont deux projets majeurs conçus pour apporter des informations uniques sur la nature de l'énergie noire et mieux comprendre l'origine de l'accélération de l'expansion de l'univers. Les deux projets vont apporter les moyens de sonder l'énergie noire au travers d'observations telles que :

- le cisaillement gravitationnel (*weak lensing*) qui permet de cartographier la matière essentiellement noire, en mesurant l'ellipticité des galaxies lointaines déformées par les grandes structures présentes sur la ligne de visée ;
- les oscillations acoustiques baryoniques (BAO) qui donnent accès à certains paramètres cosmologiques par la mesure de l'évolution d'une « règle standard » en fonction du *redshift* ;
- les distorsions dans l'espace des *redshifts* (RSD) qui permettent de tester la validité des lois de la gravitation à plus petite échelle ;
- les supernovæ de type Ia, chandelles standards donnant accès à l'évolution de l'expansion de l'espace.

1.3.1. Large Synoptic Survey Telescope (LSST)

LSST est un projet dirigé par les États-Unis, dans lequel les équipes de l'IN2P3 ont des contributions techniques importantes. LSST est un télescope au sol de 8,3 m de diamètre muni d'une caméra CCD de 3,2 gigapixels avec un champ de vue de 9 degrés carrés. Il fera un sondage optique à large champ (20 000 degrés carrés) de manière systématique et répétée pendant dix ans, garantissant une résolution et une finesse de mesure sans précédent. Ce sondage permettra d'étudier les effets de

lentille gravitationnelle dans les régimes fort et faible, l'évolution des grandes structures et de détecter des centaines de milliers de supernovæ.

L'IN2P3 est impliqué dans la préparation de LSST depuis 8 ans et le seul participant international à financer sa participation par une contribution *in-kind*. Les contributions techniques de l'IN2P3 sont majeures avec l'électronique de lecture de la caméra et sa caractérisation (banc optique), les filtres et leur système de changement, ainsi que le *slow control*. Huit laboratoires sont impliqués, avec plus d'une centaine de personnes. L'état d'avancement devrait permettre de respecter le calendrier prévu pour un assemblage de la caméra à SLAC entre 2017 et 2019.

S'ajoute à cela une contribution significative à la gestion et au traitement des données. Le CC-IN2P3 s'est engagé à déployer et à mettre en œuvre une infrastructure de calcul et de stockage en vue du traitement de 50 % des données de LSST en collaboration avec le National Center for Supercomputing Application (NCSA) aux États-Unis. L'accord prévoit également la mise à disposition d'une copie intégrale des données au CC-IN2P3 (données brutes + catalogues produits).

La contribution à la science se fait au travers de la *Dark Energy Science Collaboration* créée en 2012. Parmi ses 152 chercheurs, 24 viennent de l'IN2P3. Le nombre de physiciens IN2P3 impliqués augmente fortement, de 14 à 29 FTE, de 2014 à 2016. Ils contribuent aux quatre des sept groupes de travail associés aux quatre sondes complémentaires pour l'étude de l'énergie noire.

Au niveau du calendrier, la validation technique et scientifique du télescope sur le site est prévue en 2021 pour un début du sondage en 2023 et une durée de 10 ans.

1.3.2. Euclid

Euclid est un projet de télescope spatial de 1,2 m de diamètre pourvu de deux instruments à grand champ, destiné à mesurer les amas galactiques, les BAO et le cisaillement gravitationnel, entre autres. Le télescope utilisera deux techniques : la spectrométrie en proche infrarouge et la photométrie dans le visible. Les spectres de galaxies pourront atteindre un *redshift* de l'ordre de 2. Le sondage profond produira l'imagerie de quasars jusqu'à des *redshifts* de 7-10. Sélectionné par l'ESA en 2012, Euclid doit être envoyé dans l'espace en 2020.

La contribution française au consortium Euclid représente à peu près un tiers de l'investissement total. Y participent plus de 250 membres de laboratoires français, dont environ 50 appartenant à cinq laboratoires de l'IN2P3, sur un total d'un millier de chercheurs.

Les contributions techniques de l'IN2P3 sont importantes et concernent les détecteurs infrarouges (instrument NISP) avec intégration sur le plan focal, caractérisation, étalonnage, tenue aux radiations. S'ajoutent une implication dans le segment sol et le développement des logiciels.

Une participation conséquente au traitement des données est prévue avec le CC-IN2P3 pour fournir des moyens de production s'élevant à 30 % des besoins d'Euclid pour la première production de données.

Du côté de la science, il existe à l'IN2P3 une expertise scientifique qui s'appuie sur l'expérience acquise dans d'autres projets comme Planck, eBOSS pour les BAO, ou encore SNLS et SNfactory pour les supernovæ. Les experts des laboratoires se positionnent dans les groupes correspondants.

Leur participation dans les quinze *science working groups* d'Euclid reste relativement faible et il n'y a pas de Français parmi les responsables.

La communauté s'est cependant organisée autour de trois thèmes :

- les sondes cosmologiques : *weak lensing*, *clustering*, amas de galaxies ;
- combinaison des sondes cosmologiques ;
- formation et évolution des galaxies.

Avis et recommandations

LSST et Euclid sont des projets complémentaires avec d'importants engagements techniques de l'IN2P3, de très bons niveaux dans les domaines *hardware*, *software*, et pour le traitement des données. Ces contributions très visibles et sans risque identifié doivent être clairement soutenues pour garantir leurs succès.

Pour maximiser le retour scientifique de ces projets, les équipes doivent s'engager dès maintenant dans des activités fortes de préparation de la science sur le volet cosmologie avec un effort tout particulier sur :

- valoriser la compétence existante dans le domaine des supernovæ ;
- développer les compétences dans le domaine du *weak lensing*.

Dans LSST, les contributions à la préparation scientifique semblent relativement modestes pour le moment bien qu'une implication forte sur l'étude des *redshift* photométriques (photo-z) existe. Il n'y a pas encore d'engagement clair dans le thème du *weak lensing* qui sera la sonde la plus compétitive pour l'énergie noire. Avec la maîtrise démontrée des techniques d'imagerie ainsi qu'un effort coordonné existant actuellement sur la reconstruction photométrique de la distance, les équipes de l'IN2P3 ont des atouts à faire valoir sur ce sujet. La forte augmentation du nombre de physiciens impliqués est en ce sens prometteuse.

Pour préparer au mieux l'exploitation de LSST il faut que les physiciens de l'IN2P3 intéressés contribuent à la *Dark Energy Science Collaboration* avec des données réelles. Ces données réelles peuvent être publiques, mais également fournies des projets intermédiaires, ces derniers étant naturellement plus proches des capacités de LSST ou Euclid.

Concernant Euclid, des groupes de l'IN2P3 s'orientent sur un programme supernovæ, grandes structures et amas de galaxies. Il n'y a pas de groupe actuellement positionné sur des études de *weak lensing*, un sujet à grand potentiel. À noter que le programme supernovæ ne fait pas actuellement partie de la mission d'Euclid minimale, alors que *weak lensing* et *large scale structures* feront partie du sondage principal. Il ne faudrait pas passer à côté de ces deux programmes extrêmement prometteurs. Or des experts de ces sujets existent dans Euclid/France, en dehors de l'IN2P3. Il est souhaitable que les groupes de l'IN2P3 travaillent avec ces autres groupes pour s'impliquer davantage dans ces sujets.

Pour résumer, il est indispensable de développer et d'augmenter la composante scientifique de ces deux projets, plus particulièrement dans Euclid, pour améliorer notablement la visibilité scientifique des équipes. Pour préparer au mieux ces deux projets, une partie significative des chercheurs doit pouvoir travailler sur les données fournies par les projets dits « intermédiaires ».

1.4. Projets intermédiaires « grand champ »

Pour tirer au mieux parti des potentiels scientifiques de LSST et Euclid, il est important de considérer des projets intermédiaires dans la fenêtre temporelle 2015-21. Ils permettraient non seulement de se préparer à la physique, mais aussi de réaliser un certain nombre d'études cosmologiques avec des données réelles.

Deux catégories de projets peuvent être distinguées, correspondant aux deux techniques d'observation : imagerie visible et spectrométrie.

1.4.1. Imagerie visible

Les chercheurs de l'IN2P3 proposent de s'investir sur deux sujets principaux :

- Les supernovæ de type Ia, avec pour objectif d'étendre leur diagramme de Hubble à des *redshifts* plus élevés, typiquement au-delà de 0,8. L'instrument est le télescope Subaru de 8,2 m équipé de la caméra HSC (Hyper Suprime Camera). La prise de données est prévue de décembre 2016 à janvier 2018 et l'analyse « cosmologie » vers 2018-2019. Trois laboratoires de l'IN2P3 (CPPM, LPNHE et LPC Clermont) souhaitent participer à la définition du sondage, à la photométrie des supernovæ, à la calibration et à l'analyse des courbes de lumière. Le projet nécessite essentiellement des frais de missions et l'obtention de financements de thèse.
- Le *weak lensing*, une nouvelle activité pour l'IN2P3 qui s'appuierait sur la collaboration *Weighing the Giants*. Celle-ci observe le cisaillement gravitationnel produit par 51 amas de galaxies très brillants en X pour étalonner les méthodes d'estimation de leur masse, avec le télescope Subaru/HSC couplé avec des mesures photométriques de *redshift* avec CFHT/Megacam. Cette étude touche deux aspects clefs des projets LSST et Euclid que sont le *weak lensing* et les *redshifts* photométriques. Sept chercheurs IN2P3 sont dans ce projet et une nouvelle proposition pour des observations vient d'être soumise. Le but de ce groupe est de contribuer à une chaîne d'analyse indépendante allant du pixel au cisaillement gravitationnel. Les travaux actuels concernent les données de Subaru et CFHT ainsi que des données publiques archivées, et le développement d'un logiciel d'analyse astrométrique.

1.4.2. Spectroscopie

Deux projets sont discutés : SDSS/eBOSS et DESI pour l'étude de BAO. Les BAO sont une sonde incontournable pour la physique de l'énergie noire et complémentaire aux supernovæ de type Ia car plus performante pour des *redshifts* plus élevés, notamment avec l'étude des forêts Lyman-alpha des quasars.

- **Le projet SDSS/eBOSS** est une version étendue du sondage spectroscopique des galaxies et quasars effectué par BOSS mais vers des *redshifts* plus élevés. Le sondage a démarré en 2014 et devrait s'achever en 2020. C'est une collaboration internationale à majorité américaine. Dans le domaine de la spectroscopie, un groupe de sept personnes de l'IN2P3 de trois laboratoires (APC, CPPM et LPNHE) participent à eBOSS. Les activités concernent l'analyse, dont la poursuite de l'étude Lyman-alpha, ainsi qu'une contribution *in-kind* au *pipeline* des données spectroscopiques.

- **Le projet DESI** est la suite logique de BOSS/eBOSS. Le démarrage de sa prise de données est prévu pour 2019, environ un an et demi seulement avant la date prévue de lancement du satellite Euclid. Il ne saurait être considéré comme un projet « intermédiaire », mais plutôt comme un troisième « gros projet » même s'il n'est pas de la taille de LSST ou d'Euclid. Son aspect scientifique est très intéressant, car il complète bien LSST et Euclid en ce qui concerne les sondes BAO et les *Redshift Space Distortions* (RSD). Le projet est financé par le DOE américain et porté par Lawrence Berkeley National Laboratory. De nombreux éléments sont en cours de fabrication et la fin du *commissioning* est prévue en 2019. DESI doit démarrer en 2019 et durer cinq ans. À l'IN2P3, les activités sur DESI sont substantielles et concernent des tests de spectrographes et l'étalonnage du télescope avec le développement des logiciels associés. Actuellement, quatre chercheurs seniors y participent, ce nombre pourrait augmenter de quelques unités.

Avis et recommandations

Le besoin de former dès maintenant les physiciens IN2P3 pour les analyses futures de LSST et Euclid à l'horizon de 2020 est bien réel. Il est important de pouvoir assurer une formation sur les deux axes d'analyse que sont la spectroscopie et l'imagerie, cette dernière regroupant actuellement un peu plus de personnes à l'IN2P3.

À cette fin, eBOSS pourrait permettre dans un premier temps d'acquérir de l'expertise dans les analyses spectroscopiques qui seront une partie du programme scientifique d'Euclid.

Si le conseil reconnaît l'intérêt scientifique important de DESI et la volonté de s'impliquer des équipes, il souligne que le projet ne remplit pas les critères de programme intermédiaire. Au sens du DOE, il s'agit d'un programme de la même génération que LSST ou Euclid. Si une participation à DESI de l'ampleur de celles de LSST ou d'Euclid ne paraît pas envisageable, une opération scientifique ciblée s'appuyant sur les expertises existantes est certainement une occasion. En revanche, une implication plus forte sur les projets intermédiaires est absolument nécessaire, notamment pour garantir le retour scientifique des projets futurs. Le CS encourage fortement la communauté à concentrer les efforts et à s'investir dans le projet eBOSS, le sondage cosmologique Subaru/HSC et la collaboration Weighing the Giants.

1.5. BAO radio

L'étude des BAO par détection en radio de l'émission à 21 cm de l'hydrogène interstellaire neutre (HI) semble être une technique prometteuse et complémentaire des autres sondes cosmologiques. Suite à des prédictions théoriques, la détection est tentée depuis 2006-2007 par plusieurs équipes dans le monde : projets CHIME, TianLai, HIRAX, BINGO..., les deux premiers étant les plus avancés. Le but est de mesurer des cartes d'intensité de HI (décalées en longueur d'onde) avec une résolution d'une dizaine de minutes d'arc et d'y chercher par corrélation la signature des BAO. La fréquence de détection de la raie à 21 cm correspond au *redshift* (z) de la source. L'échelle des BAO détectées en fonction de z donne l'évolution d'une « règle standard » en fonction du temps cosmologique. Le but est d'atteindre des z jusqu'à 3 mais certains travaux théoriques suggèrent une détection possible à plus grand z . La grande résolution en z des mesures radio les rend sensibles aux distorsions dans l'espace des *redshifts*.

Le consortium français sur les BAO radio est composé de chercheurs du LAL et de l'APC à l'IN2P3, de l'IRFU au CEA, de l'Observatoire de Paris et de l'Unité scientifique de Nançay à l'INSU. Il développe

une expertise en électronique numérique (filtrage et hétérodynage, numérisation rapide, calculs sur FPGA), étalonnage instrumental (gains, phases), et post-traitements (FFT, corrélations, reconstructions de lobes à chaque fréquence en calcul parallèle sur grappes).

Le consortium s'est positionné sur l'instrument chinois TianLai (plus une faible implication en parallèle dans HIRAX en Afrique du Sud), et développe l'expertise instrumentale correspondante sur le démonstrateur PAON-4 à Nançay via des tests d'outils software et hardware (en particulier le numériseur NEBuLA) et une caractérisation fine de l'instrument, visant *in fine* à établir des cartes 3D (θ , ϕ , f).

Les expériences BAO radio présentent des avantages importants en matière de coût et donne la possibilité d'accéder à des *grands redshifts* avec des instruments de grande taille. La collaboration avec Nançay a donné accès à des tests instrumentaux étendus sur le ciel (NRT, PAON) qui démontrent qu'une sensibilité suffisante peut être atteinte.

Toutefois, un certain nombre de difficultés subsistent et une première détection n'a pas encore été obtenue (sauf en corrélation avec des observations optiques). La soustraction de la contribution des avant-plans est délicate mais l'expertise acquise sur Planck et LOFAR-EoR devrait pouvoir être exploitée.

Enfin, compte tenu des faibles intensités d'émission radio, la détection de l'émission individuelle des galaxies à 21 cm n'est envisageable que pour des objets proches avec les instruments actuels ; le projet SKA (Square Kilometre Array) permettra de repousser cette limite et permettra l'observation des galaxies riches en gaz jusqu'à $z > 1$. Ce radiotélescope sera de par sa taille cinquante fois plus sensible que les instruments actuels. Ses objectifs scientifiques sont multiples et incluent les BAO radio.

Avis et recommandations

Le conseil est impressionné par l'expertise acquise ces dernières années par les équipes IN2P3 dans le domaine de la détection radioastronomique et souligne l'importance scientifique de la recherche des BAO radio. Il recommande donc de soutenir ce projet.

En raison de l'aspect exploratoire de cette recherche, le conseil souligne qu'il est important de ne pas fermer d'options trop tôt. Toutefois, compte tenu de la petite taille de l'équipe, il recommande à celle-ci de se focaliser sur un nombre restreint de sujets et de mettre en valeur ses compétences reconnues en traitement électronique des signaux, notamment sur le sujet important de l'immunité aux interférences électromagnétiques.

Le très grand et futur instrument SKA offre des possibilités intéressantes pour les BAO radio, notamment pour accéder aux grands z . La participation française à SKA est aujourd'hui pourtant clairsemée. Le conseil recommande à l'équipe de se rapprocher de SKA afin de contribuer aux discussions en vue de l'optimisation de l'instrument pour les BAO.

1.6. Fonds diffus cosmologique (CMB)

L'intérêt de l'utilisation du rayonnement fossile comme outil d'investigation cosmologique a été pleinement démontré ces dernières années : les apports de WMAP et de Planck ont modifié le statut du modèle cosmologique standard en lui donnant une assise très solide.

Les valeurs des principaux paramètres cosmologiques sont maintenant bien établies avec une précision de l'ordre du pour cent, et malgré quelques tensions, l'amélioration de la finesse de leurs mesures n'est plus un enjeu majeur. Cependant, un certain nombre d'interrogations demeurent et prennent une importance nouvelle, car elles sont potentiellement accessibles par de grands projets actuellement en préparation.

En ce qui concerne l'instrumentation, un groupe de travail interorganisme (CNES, IN2P3, INSU, CEA, labex FOCUS) présidé par le CNES a été créé afin de définir une feuille de route sur la partie détecteur et chaîne de détection dans la gamme allant de l'infrarouge lointain au millimétrique pour proposer un plan de travail pour la préparation d'une mission consacrée à la mesure de la polarisation du CMB.

En ce qui concerne la cosmologie avec le CMB, un mandat a été donné en septembre dernier par le CNES, l'INSU, l'IN2P3 et le CEA au « Programme national cosmologie et galaxies » pour établir les éléments d'une stratégie incluant les aspects sol et spatiaux (y compris ballon, le cas échéant) en s'appuyant sur la feuille de route des détecteurs (sub) millimétriques susnommée, et en intégrant la réflexion européenne en cours. Un rapport est attendu d'ici au printemps 2016.

Plusieurs projets existent aujourd'hui :

- **PolarBear et Simons Array** : La participation de l'IN2P3 à ces projets américains au sol est limitée à l'exploitation scientifique. En termes de personnel, elle est plus marginale que celles des autres projets examinés par ce conseil.
- **L'instrument NIKA2**, développé sur la période 2013-15 par une collaboration essentiellement française avec une forte implication du LPSC, est opérationnel depuis octobre 2015 au télescope de 30 m de l'IRAM, dans la Sierra Nevada. Le groupe du LPSC de Grenoble fut le principal partenaire scientifique de son précurseur, la caméra NIKA, et il pilote l'exploitation des milliers de pixels de NIKA2, en particulier pour l'étude du CMB à grande résolution angulaire (effet Sunyaev-Zeldovich).
- **L'expérience QUBIC** est pilotée par l'IN2P3 avec pour objectif ambitieux la détection (ou au moins l'apposition de contraintes sévères) des modes B primordiaux.
- Enfin, la communauté concentre ses efforts de R&D sur la technologie des Kinetic Inductance Detectors (KID).

À plus long terme, sont envisagés :

- **Un satellite post-Planck**. Les chercheurs de l'IN2P3 sont très actifs dans l'élaboration de propositions allant en ce sens. Le prochain appel de l'ESA (M5) sera lancé en 2016. Des contacts sont également pris avec les collègues américains et japonais en charge de programmes similaires (le satellite japonais LiteBird a été par exemple présélectionné récemment). Ces projets forment à n'en pas douter un objectif ambitieux, fondamental et à long terme pour la communauté française du CMB. Dans le cadre de M5, le lancement est nominalelement prévu pour 2029. Un lancement antérieur n'est pas exclu en principe, notamment dans le cadre d'une collaboration internationale lorsque le calendrier est défini par l'agence partenaire.
- **Une participation à CMB-S4**, le plan américain de coordination des efforts d'étude du CMB au sol, dont la quête principale est la détection des modes B. Cette implication serait la suite

logique de la participation à l'analyse des données de PolarBear. Le potentiel de ce programme est énorme, mais la participation de l'IN2P3, telle qu'elle est envisagée aujourd'hui, est faible.

- **Des expériences ballon** : La quête des modes B au sol, principalement conduite aux États-Unis, doit être secondée par des mesures à haute fréquence qui ne peuvent être réalisées qu'au-dessus de l'atmosphère (celle-ci étant quasiment opaque au-delà de 300 GHz). Ces mesures sont pertinentes avant le lancement d'un nouveau satellite. Les États-Unis mènent ici encore un grand nombre de programmes. Il y aurait cependant une fenêtre de tir pour une contribution française dans ce domaine. Bien qu'aucune expérience ballon ne soit encore finalisée, le projet B-SIDE (initialement PlanB) est proposé au CNES. Cette étape semble cruciale pour valider et préparer l'instrumentation de la prochaine génération de satellite.

Avis et recommandations

Le conseil considère qu'il est important de soutenir QUBIC pendant la phase d'intégration et au moins jusqu'à la version 256 pixels, qui devrait démarrer en 2016. Il est en particulier remarquable que des membres du LAL aient récemment rejoint la collaboration. Le calendrier pose néanmoins problème, de même que le choix du site. Le conseil encourage la collaboration QUBIC à intensifier les discussions formelles avec ses partenaires pour atteindre rapidement une conclusion quant à la question critique du site.

Le conseil soutient également les plans de l'équipe du LPSC de continuer sa participation dans le programme NIKA2, et de devenir motrice dans ces aspects de la physique du CMB.

Au-delà des participations satisfaisantes aux projets PolarBear et Simmons Array, une implication française forte dans CMB-S4 pourrait avoir un impact important. Le conseil est néanmoins dubitatif devant la faiblesse des ressources humaines avancées.

En ce qui concerne les développements instrumentaux sur la technologie KID, le conseil trouve pertinente la stratégie proposée, dès lors qu'elle s'insère dans un effort rationnel et organisé, coordonné au niveau national.

À plus long terme, un programme scientifique et de R&D intense, fondé sur des instruments au sol et sur ballon, est nécessaire pour concrétiser les ambitions spatiales, du point de vue tant technologique qu'observationnel. L'IN2P3 se doit de favoriser une implication forte dans des projets soigneusement sélectionnés. Des expériences embarquées en ballon, même si de durée inférieure à des vols équivalents américains, seront importantes pour tester les équipements destinés à être déployés dans des missions spatiales futures.

2. Vie du conseil

2.1. Comptes rendus

Le compte rendu du conseil des 25-26 juin est adopté à l'unanimité des votants, moins une abstention.

2.2. Politique et direction de l'institut

Reynald Pain prendra ses fonctions de directeur de l'IN2P3 au 1^{er} décembre 2015. Il informe le conseil qu'il est trop tôt pour discuter des orientations de sa future direction. Il est favorable à ce que la prochaine réunion du conseil, les 18 et 19 février 2016, traite de la politique générale de l'IN2P3.

2.3. Vacances de sièges

Deux postes, un A1 (DR CNRS) et un B1 (CR CNRS), sont vacants¹.

2.4. Recommandations

2.3.1. Fléchage et coloriage des postes à l'IN2P3

Le conseil adopte, à l'unanimité moins une abstention, la recommandation suivante.

Le conseil scientifique de l'IN2P3 s'associe à la recommandation du conseil scientifique du CNRS sur le fléchage et le coloriage des postes du 25 septembre 2015². Il estime que les particularités de l'IN2P3 ne justifient pas une différence fondamentale sur cette question. Le conseil a conduit une analyse sur les postes affectés à l'IN2P3 de 2000 à 2015. Il constate un renforcement constant du coloriage voire du fléchage sur les dernières années.

Le conseil reconnaît l'intérêt d'une fraction de postes coloriés voire fléchés, quand il reflète une politique scientifique de l'institut. Cette pratique devrait être menée en concertation avec le CoNRS (section et/ou conseil scientifique).

Le CSI tient à souligner, parmi les dérives possibles du fléchage quasi-exclusif, le risque que des jeunes chercheurs ne candidatent pas à des postes dans lesquels ils ne se reconnaissent pas et le risque d'appauvrissement de nos disciplines que cela peut entraîner à long terme.

Le conseil demande un retour à des recrutements sur postes à spectre large, avec équilibre pluriannuel des recrutements.

Le conseil est à la disposition de la direction pour partager son analyse.

¹ Frédéric Kapusta (B1) et Raphaël Granier de Cassagnac (A1) ont été élus en décembre (par les membres élus du Conseil comme le veut la procédure).

² http://www.cnrs.fr/comitenational/doc/recommandations/2015/Reco_Flechage_et_coloriage_postes_CR_24-25_sept_15.pdf

2.5. Fonctionnement

Le conseil décide qu'il aura recours à la procédure du vote électronique, à distance, pour valider les comptes rendus.

Les dates des prochains conseils sont arrêtées pour 2016 : les 18 et 19 février, 16 et 17 juin et 27 et 28 octobre.