

II.3 Les grands défis de l'astronomie

« Astronomie et Astrophysique à l'interface INSU - IN2P3 - INP »

Rédacteurs : Bertrand Georgeot (co-responsable INP), Martin Giard (co-responsable INSU), Vincent Poireau (co-responsable IN2P3), Matteo Barsuglia, Fabienne Casoli, Marco Cirelli (section 02), Johann Cohen-Tanugi (section 01), Benoit Famaey (section 17), Sophie Henrot-Versillé, Michel Koenig (section 4), Pasquale Serpico, Susanna Vergani

En guise de liminaire

Aborder des perspectives "à l'interface INSU-IN2P3-INP" suppose, en guise de liminaire, de s'efforcer de restreindre le champ disciplinaire, sans quoi c'est toute l'astrophysique moderne, y compris stellaire et planétaire, qui risque de se trouver mobilisée, annulant de fait tout sens qu'on pourrait donner à des perspectives dédiées. Néanmoins, nous nous sommes efforcés de rendre compte de toutes les interfaces auxquelles nous avons pu penser, gardant à l'esprit que c'est peut-être au sein de celles périphériques aujourd'hui que se développeront les synergies de demain.

En ayant à l'esprit les raisons d'être de la création, il y a presque trente ans, et du vocable "astroparticules", et de la section interdisciplinaire 47 qui avait vocation à en sonder les contours au sein du CoNRS, il semble légitime, sinon pleinement justifié, de proposer des axes qui puissent aider à la réflexion. Certains de ces axes aux interfaces étaient émergents entre 1995 et 2005, ce qui a justifié la mise en place de la CID 47. Ils sont pour la plupart bien établis aujourd'hui, ou en cours de consolidation, grâce aux recrutements des sections 01, 02, 17 qui ont pris le relais de la CID 47. Les manières d'aborder ces axes de recherche au sein des différents instituts sont pleinement complémentaires. Il s'agira ci-dessous de souligner comment la connectivité et la complémentarité entre les lignes de recherche suivies par les membres des différents instituts apportent une richesse à la recherche française, et d'identifier comment fluidifier les relations institutionnelles afin qu'elles ne présentent pas de freins à la richesse de cette recherche mais permettent au contraire de catalyser les interactions sans nuire à la diversité d'approches.

Une possibilité, certainement parmi d'autres, est de se restreindre tout d'abord aux trois axes suivants.

Sonder l'Univers primordial

- Remonter aux origines de l'univers, pour tenter d'y percer le mystère des conditions initiales, d'y déterminer la pertinence du paradigme inflationnaire, voire d'obtenir des indications sur la phase de reheating et la gravitation quantique.

Élucider le secteur sombre du modèle cosmologique

- Élucider l'énigme du secteur sombre (matière noire et énergie noire), et sonder la gravitation à toutes les échelles, car les objets compacts, en particulier les trous

noirs, sont des fenêtres potentielles vers une nouvelle physique, tout comme l'échelle de l'Univers tout entier. Comprendre si la relativité générale (RG) est la théorie finale de la gravitation est un enjeu fondamental.

Comprendre l'Univers violent/extrême

- Explorer et exploiter les observations aux énergies extrêmes, car les collisionneurs ne parviendront jamais à sonder la matière aux énergies accessibles dans le cosmos, et parce que, de fait, "l'Univers Violent" a montré à plusieurs reprises qu'il offrait des opportunités de construire des sondes de nouvelle physique.

Force est de constater que ces grandes thématiques se croisent souvent, et font toujours, tôt ou tard, appel aux champs astronomique, astrophysique et cosmologique globaux, tant il devient indispensable aujourd'hui de comprendre les objets qu'on observe pour en scruter les comportements "suspects", c'est-à-dire susceptibles de nous renseigner sur les zones d'ombre de notre compréhension des constituants fondamentaux de l'Univers et de leurs interactions.

Ces trois domaines de recherche nous semblent à la fois assez bien définis dans nos communautés et raisonnablement opératoires pour l'objectif fixé ici. Il faudra prendre soin de souligner les apports très importants que des lignes de recherche connexes peuvent à chaque fois apporter à ces domaines.

Thématiques scientifiques :

Sonder l'Univers primordial

les enjeux

- Le modèle inflationnaire est-il le bon paradigme? Si oui, quelle est sa réalisation concrète (combien met-il de champs en jeu, par exemple) ?
- Des trous noirs primordiaux se sont-ils formés ?
- Quelle est la forme exacte du spectre de puissance primordial, et ses paramètres sont-ils constants
- Les fluctuations primordiales suivent-elles exactement une distribution gaussienne, comme le prédisent les modèles inflationnaires dits "slow rolling"?
- Quand, et comment, les particules élémentaires du modèle standard de la physique des particules (et au-delà) ont émergé? Quelle est la physique à l'œuvre durant la période suivant immédiatement la phase inflationnaire ("preheating", "reheating", etc...)?
- Dans quels contextes cosmologiques la physique quantique et gravitationnelle jouent-elles toutes deux un rôle ? Cela peut-il aider à guider la construction de théories cohérentes de la gravité quantique ? Comment utiliser la cosmologie pour tester divers candidats (théorie des cordes, gravité quantique à boucles, approches holographiques, etc.) ?
- La gravité d'Einstein doit-elle être étendue ou modifiée ?
- Y a-t-il eu des transitions de phase (1er ordre, 2e ordre) dans l'univers primordial et quelles conséquences celles-ci auraient-elles?
- Quelles contraintes l'Univers primordial apporte-t-il sur les propriétés des neutrinos (somme des masses, nombre effectif de degrés relativistes)?

les moyens/méthodes

- Les observations de l'Univers primordial se font principalement dans le domaine de longueur d'onde radio/millimétrique (Planck, BICEP, CCAT, ACT, SPT, QUBIC, Simons Observatory, CMB-S4, LiteBird, etc...), avec une extension future grâce aux observations de la raie à 21 cm (SKAO).
- L'observable principale de la plupart des instruments de nouvelle génération sera le spectre des modes B de polarisation des anisotropies du CMB.
- La détection indirecte du fond stochastique d'ondes gravitationnelles d'origine primordiale, autrement que par leur contribution aux modes B, est également l'objet d'intenses efforts (LISA, PTA)
- Les distorsions spectrales du spectre de température du CMB sont encore une autre observable pour la prochaine génération d'instruments.

la richesse des synergies et les complémentarités

- Des mesures du spectre de puissance des ondes gravitationnelles primordiales avec des réseaux de pulsars (PTA), le fond diffus cosmologique, et les futurs interféromètres optiques pourraient permettre de mieux discriminer parmi les différents modèles inflationnaires et post-inflationnaires.
- Les études dites "analogiques" sont des directions exploratoires potentiellement impactantes dans la modélisation théorique de certains aspects de l'Univers primordial, comme par exemple la formation d'un instanton.
- La physique des particules fournit elle aussi des développements théoriques ou phénoménologiques de modèles d'inflation.
- Du point de vue instrumental, le développement et la mise en œuvre des détecteurs d'ondes gravitationnelles suppose une synergie forte entre expertises diverses, et donc entre instituts.
- On peut concevoir une interaction plus grande encore entre physiciens des particules et cosmologistes afin d'analyser conjointement les données obtenues dans les deux champs disciplinaires.
- Pour ce qui concerne les simulations de formation des structures et des galaxies pour différents, des synergies sont également nécessaires pour poursuivre l'exploration des conséquences de différentes conditions initiales, par exemple pour ce qui concerne l'impact d'un champ de fluctuation non gaussien. Le développement de ces simulations cosmologiques bénéficie certainement de recrutements experts venant par exemple de la 06.
- Enfin, il existe des activités peut-être un peu plus à la marge, mais qui méritent d'être mentionnées et intégrées dans cette prospective, comme par exemple les efforts en QCD sur réseau à température finie, pour tenter de comprendre la transition de phase hadronique dans l'Univers primordial.

Élucider le secteur sombre du modèle cosmologique

les enjeux

- Identifier ce qu'est la matière noire;
- Identifier ce qu'est l'énergie noire;
- Élucider les tensions actuelles du modèle (e.g., tensions H0 et S8, potentiellement en lien avec l'univers primordial);

les moyens/méthodes

- Le premier enjeu ci-dessus s'appuie aujourd'hui majoritairement sur de grands relevés tels que :
 - les relevés de galaxies en optiques, photométriques (DES, LSST), spectroscopique (DESI, 4MOST), ou spectrophotométriques (Euclid);
 - les relevés en HI (soit en résolvant la raie à 21 cm, soit en faisant une cartographie de l'intensité observée), tels que SKA;
 - les relevés en X, tels que eRosita, ou en radio via l'effet Z, comme avec NIKA2, qui ciblent en particulier les amas de galaxies.
- D'autres relevés spectroscopiques ou astrométriques, cette fois-ci plus orientés vers l'exploration de la Voie Lactée, ouvrent une fenêtre indirecte sur le deuxième enjeu. On peut citer Gaia et son complément au sol WEAVE.
- Pour ce qui est de la recherche directe d'un signal de matière noire, les moyens et méthodes mis en jeu portent essentiellement sur :
 - les technologies souterraines bas-bruit s'appuyant sur des détecteurs solides ou liquides (EDELWEISS, XENON, MIMAC, DAMIC);
 - le développement et la caractérisation de nouveaux matériaux.
- Enfin, la recherche indirecte d'un signal de matière noire est un axe récurrent des instruments dédiés à l'observation du ciel gamma (Fermi, H.E.S.S., MAGIC, CTA), du ciel X (Integral), ou encore radio (MeerKat, SKA), neutrino (Antares, Km3NET), ainsi enfin qu'à l'observation du rayonnement chargé (AMS, AUGER).
- Il est à noter que les recherches sur collisionneur sont dominées par les activités au sein de l'IN2P3, mais avec une contribution non négligeable de théoriciens de la section 02.

la richesse des synergies et les complémentarités

- Une synergie avec la section 03 va de soi pour ce qui concerne le développement de nouveaux détecteurs pour la recherche directe de matière noire (particulaire) (Institut Néel, C2N, ISMO). Le GDR DUPhy est certainement le lieu où une telle synergie peut se concrétiser.
- Il existe un effort soutenu de la communauté INP des théoriciens pour proposer des modèles de matière noire autres que WIMP, d'énergie noire dynamique, ainsi que de gravité modifiée.
- De plus en plus de dynamique galactique est également à l'œuvre autour de la recherche de matière noire : traînées stellaires, modèles précis de la Voie Lactée, etc...
- Les simulations hydrodynamiques (plutôt à l'INSU) de formation des structures et des galaxies (e.g., code RAMSES) dans différents modèles pour le secteur sombre (différents modèles de matière noire/énergie sombre/gravité modifiée) sont également essentielles pour avancer dans cet axe thématique. Elles permettent également l'étude des dégénérescences entre physique des baryons et nouvelles physiques (e.g. effet du feedback baryonique sur la tension S_8).
- Enfin, la physique stellaire est elle aussi de plus en plus mobilisée pour tenter de comprendre la tension H_0 , ainsi qu'en lien avec l'identification de la matière noire.

Comprendre l'Univers violent/extrême

les enjeux

- comprendre l'origine du rayonnement cosmique (production, accélération, propagation);
- comprendre les mécanismes à l'œuvre dans les phénomènes transitoires énergétiques : explosions d'étoiles massives, explosion ou implosion d'objets compacts, jets relativistes, etc...
- sonder la physique fondamentale dans les observations cosmiques (à l'origine de la naissance du vocable astroparticules) : on peut citer par exemple les contraintes sur la violation d'invariance de Lorentz à l'aide de l'observation de GRB ou d'AGN à différentes longueurs d'onde.
- Recenser les objets compacts et étudier leur évolution (masse, redshift).

les moyens/méthodes

- L'instrumentation X et gamma est incontournable (e.g. Fermi, SVOM, CTAO), et les suivis à d'autres longueurs d'onde (optique, radio) généralement indispensables.
- L'instrumentation multi-messager (neutrinos, ondes gravitationnelles) enrichit à présent les observations : KM3NeT, et dans le futur GRAND pour les neutrinos, LVK et dans le futur LISA et ET pour les ondes gravitationnelles.
- Les modes d'observation ont évolué, avec une part de plus en plus importante prise par des observatoires fournissant des grands relevés à cadence rapide, Fermi depuis 2008, LVK, et Rubin et SKA dans un futur proche.
- Les études phénoménologiques ou théoriques sont très souvent menées par des membres de la communauté très proches des données et des résultats observationnels. Il existe aussi des travaux plus formels, par exemple dans le domaine de l'astrophysique nucléaire (équation d'état des étoiles à neutrons) ou dans celui de la gravitation avec par exemple les calculs de formes d'ondes.

la richesse des synergies et les complémentarités

- La compréhension des milieux de propagation, en particulier le milieu interstellaire, sont indispensables. Il en va de même de certains aspects de la physique stellaire.
- La communauté des simulateurs est plutôt à l'INSU; elle est aussi bien présente dans certains laboratoires de l'IN2P3 comme le LUPM et l'APC, ainsi qu'à l'INSIS (LPP) et à l'INP (LULI).
- L'astrophysique de laboratoire permet de sonder les processus en jeu dans différentes phases des explosions de supernovae, ainsi que les chocs radiatifs, leur structure, leur évolution et interaction avec des milieux plus denses simulant les nuages moléculaires, sources possibles de la formation d'étoiles. Des aspects du mécanisme d'accélération diffusive par choc sont reproduits en laboratoire à l'aide de lasers à haute énergie.
- La modélisation des signaux d'ondes gravitationnelles pour les instruments présents et futurs est un autre sujet de complémentarité et de synergie entre les trois instituts.
- De nouveaux signaux transitoires à haute énergie ont également été découverts ces dernières années, comme les sursauts radio rapides (FRB), les éruptions quasi-périodiques (QPE), les événements de rupture par effet de marée (TDE); nouveaux phénomènes astrophysiques que la communauté s'attache à étudier de façon à la fois théorique et observationnelle. Ces recherches impliquent une compréhension fine de la physique des plasmas et de l'accélération de particules que l'on retrouve également, à d'autres échelles, dans l'étude de la physique solaire (e.g., choc terminal de l'héliosphère). L'étude de la physique "soleil-terre" aide aussi

à mieux comprendre l'étude des milieux neutres par l'observation X de réactions d'échange de charge, par les observations γ du Soleil et de flashes terrestres.

- Pour ce qui concerne les observations en radio de ces phénomènes transitoires, il est important de souligner que l'exploitation des données de type CMB pour cette science est en plein essor. Elle est par exemple partie intégrante du portfolio scientifique de la collaboration CMB-S4.
- L'essor de l'astrophysique des ondes gravitationnelles souligne l'importance des liens avec les chercheurs et ingénieurs de la section 08, dont les laboratoires ont l'INSIS pour tutelle principale. Il existe probablement d'autres interfaces qu'il serait utile de mettre en lumière.
- La compétence sur les observations électromagnétiques qui est au coeur de l'INSU est complétée par l'expertise instrumentale pour les grands interféromètres de l'INSIS, celle de l'IN2P3 concernant les observations des autres messagers, et par l'expertise et théorique de l'INP
- La complémentarité des compétences est clé pour développer les brokers/marshall... cet effort est structurant pour la communauté
- le CNRS porte le projet INFRA-Serv ACME (The Astrophysics Centre for Multi-messenger studies in Europe) qui va structurer la communauté à niveau européen
- Astrophysique de laboratoire dans les groupes de recherche sur les fluides, les interactions laser-plasma. hydrodynamique radiative

Interfaces INSU-INP

Il existe des interfaces moins développées et qui concernent plutôt seulement l'INSU et l'INP, autour de l'étude du milieu interstellaire (expériences de laboratoire, en particulier en astrochimie) et de l'étude de la physique des étoiles et des planètes (astérosismologie, planétologie).

Moyens humains :

Effectifs CNRS à l'interface % effectif de chacune des trois sections

Section 17

Sonder l'Univers Primordial et élucider le secteur sombre :

1er cercle 20 chercheuses & chercheurs (~6.5%)

2e cercle 38 chercheuses & chercheurs (~12.5%)

L'Univers violent :

1er cercle 25 chercheuses & chercheurs (~8%)

2e cercle 12 chercheuses & chercheurs (~4%)

Total 1er cercle : 14.5%

Total 2e cercle : 16.5%

Total : 31%

Section 02

Sonder l'Univers primordial

1er cercle: 19 chercheuses et chercheurs (~8%)

2e cercle: 3 chercheuses et chercheurs (~1%)

Élucider le secteur sombre du modèle cosmologique

1er cercle: 14 chercheuses et chercheurs (~6%)

2e cercle: 10 chercheuses et chercheurs (~4%)

Comprendre l'Univers violent/extrême

1er cercle: 8 chercheuses et chercheurs (~3%)

2e cercle: 4 chercheuses et chercheurs (~2%)

Total 1er cercle : 17%

Total 2e cercle : 6%

Total : 23%

A noter que seul un tiers du premier cercle est dans un laboratoire de l'INP, alors que c'est le cas des trois-quarts du deuxième cercle.

Section 01

Sonder l'Univers primordial et élucider le secteur sombre

1er cercle: 39 chercheuses et chercheurs (~8%)

2eme cercle : 16 chercheuses et chercheurs (~3%)

Comprendre l'Univers violent/extrême

1er cercle: 76 chercheuses et chercheurs (~17%)

Total 1er cercle : 25%

Total 2e cercle : 3%

Total : 28%

Liste des Infrastructures:

Sol: EGO, CTA, Rubin, KM3NET, HESS, SKA, (ELT ?)

Espace: Euclid, LISA, SVOM,

Numérique: Centre de Calcul IN2P3, Centre de Données de Strasbourg

Futur sol et espace: Einstein Telescope (ET), Litebird, Simons Observatory (SO), CMB S4, GRAND, etc.

Outils :

Outils du CNRS :

Les GDR (groupement de recherche) sont des structures d'animation créées pour cinq ans renouvelables. Ces outils du CNRS ont pour objectif commun de favoriser les échanges entre les scientifiques du CNRS. Ils sont centrés sur un domaine thématique donné, avec comme mission, d'une part l'animation scientifique (réunions plénières et ateliers), d'autre part la structuration des activités de recherche et de coordination thématique, et enfin une veille scientifique et de prospective dans son champ thématique. Les GDR permettent de rassembler les différents acteurs en France (INSU, INP, IN2P3, CEA) pour mettre en commun les expertises, explorer les synergies, et mutualiser les efforts. Les GDR regroupent des experts expérimentateurs, phénoménologistes et théoriciens autour des grandes questions de la thématique abordée. Ils sont financés par un ou plusieurs instituts, mais ouverts à tout participant.

Les GDR existants, couvrant des thématiques multi-instituts :

- OG : étude des ondes gravitationnelles.
- DUPhy (Deep Underground Physics) : physique souterraine, physique des événements rares (matière noire, double désintégration bêta sans neutrino, ...).
- CoPhy (Cosmological Physics) : les conditions initiales et l'univers primordial, les lois fondamentales de l'univers, le contenu en énergie et en matière de l'univers.
 - Ateliers liés à ce GDR : Action Dark Energy, CMB-France, TUG (Theory, Universe and Gravitation).
- LEPICE : lasers énergétiques et intenses et plasmas sous conditions extrêmes

Les IRN (International Research Network) ont pour objet la structuration d'une communauté scientifique à l'international autour d'une thématique partagée ou d'une infrastructure de recherche. Ils promeuvent l'organisation d'ateliers et de séminaires internationaux ou d'écoles thématiques organisés par les partenaires du réseau, en France et à l'étranger. D'une durée de 5 ans, ils rassemblent des chercheurs d'un ou plusieurs laboratoires français dont au moins un laboratoire du CNRS et de plusieurs laboratoires partenaires à l'étranger.

IRN existant, couvrant des thématiques multi-instituts :

- Terascale : recherche (expérimentale et théorique) de nouvelle physique à l'échelle du TeV

Les IRP (International Research Projects) sont des projets de recherche collaborative établis entre un ou plusieurs laboratoires du CNRS et des laboratoires d'un ou deux pays étrangers. Ils permettent de consolider des collaborations déjà établies à travers des échanges scientifiques de courte ou moyenne durées. Certains IRP sont financés par plusieurs instituts.

Outils de INSU :

Les Commissions Spécialisées (CS) de l'INSU, s'appuyant sur les Programmes Nationaux de l'Institut, sont en charge de réaliser les prospectives nationales, d'animer les communautés de recherche et de financer des projets qui mettent en oeuvre les prospectives ou favorisent l'émergence entre deux prospectives.

Le Programme National Astronomie Astrophysique (PN AA) est organisé en champs scientifiques (les Actions Thématiques) et en champs méthodologiques (les Actions Spécifiques). Il est cofinancé par le CNRS, le CNES et le CEA. Les communautés à l'interface des trois instituts sont concernées par les actions thématiques « Cosmologie Galaxies » en lien avec le GDR CoPhy (voir ci dessus), « Hautes Energies », « Physico Chimie du Milieu Interstellaire » et « Gravitation, Références, Astronomie, Métrologie »

auxquelles leurs Instituts contribuent. Avec environ 0,5 M€ de subventions annuelles pour des aides allant de 5 000 € à 15 000 €, ces quatre Actions Thématiques représentent la moitié du PN AA, Au delà de 15 000 € les projets sont directement arbitrés par la CS Astronomie Astrophysique ou par la CS Instrumentation Innovante et Transverse qui disposent d'un budget propre.

L'INSU est par ailleurs en charge des Services Nationaux d'Observation (SNO) pour lesquels d'importants moyens, ressources humaines et financiers, sont positionnés sur le territoire national via les Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU). L'INSU est responsable de la gestion des personnels enseignants chercheurs relevant du Conseil National des Astronomes et Physiciens (CNAP).

Outils de l'IN2P3

L'IN2P3 décline ses projets en Master Projets (MP). Ces MP sont des projets de recherche, de R&D ou de construction. Ils sont liés directement à une expérience ou à une activité théorique ou phénoménologique. Ils ont un objectif scientifique ou technique bien identifié, avec une date de début et de fin (trois ans minimum). Des ressources humaines et une ligne financière sont affectés à chaque MP, décrit dans une fiche projet qui explicite le besoin sur plusieurs années. Un responsable scientifique est associé à chaque MP et a pour rôle d'être l'interlocuteur du DAS, de rendre compte des activités passées et à venir, de coordonner l'activité de recherche du MP dans son ensemble, et de recenser les besoins financiers pour les années suivantes. Le DAS référent analyse et discute ces demandes avec le responsable du MP et les responsables dans chaque labo (ainsi que les directions concernées). Le DAS a l'entière responsabilité des arbitrages budgétaires. Les budgets peuvent avoir plusieurs origines : IR* (TGIR, source ministère), IR (source CNRS), AP (portefeuille du DAS), CNES, ANR, Europe, etc. Les MP permettent d'avoir une meilleure cohérence et une structuration nationale des projets de recherche, avec un meilleur suivi et une optimisation des ressources dans les projets. Ils permettent également d'avoir une meilleure visibilité et un fort impact des projets à l'échelle nationale et internationale.

L'IN2P3 finance également tous les ans des colloques, conférences et écoles via un dossier à déposer de septembre à novembre de l'année en cours (pour un financement l'année suivante). Les colloques et conférences doivent avoir une visibilité à l'international avec un nombre conséquent de participants, et les écoles doivent avoir au moins un rayonnement national.

Outils de CNRS Physique

CNRS Physique décline sa politique scientifique par la création de GDR ou d'IRP-IRN comme les autres instituts du CNRS. Il existe aussi des outils spécifiques à l'Institut, comme l'appel d'offre Tremplin renouvelé tous les ans; ce financement a pour but d'aider à lever des verrous scientifiques et/ou technologiques pour permettre aux porteurs et porteuses (C, E-C, IR) d'obtenir à court terme des financements conséquents d'origines diverses (ERC, Horizon Europe, ANR, Valorisation, etc.) sur la thématique choisie. Un projet peut impliquer plusieurs équipes, et un montant allant jusqu'à 25k€ par projet peut être alloué. Il existe aussi un appel Emergence qui a pour objectif de favoriser le développement de projets scientifiques des chercheurs et chercheuses ayant été recrutés récemment, qui permet d'obtenir une dotation

maximale de 60k€, 12 mois de postdoc, ou une bourse de 30k€ pour faciliter un séjour sabbatique de 6 mois minimum à l'étranger. Tremplin est ouvert aux personnels des laboratoires de CNRS Physique, mais Emergence est aussi ouvert aux CRCN des sections 02, 03, 04, 05 affectés dans des unités relevant de CNRS Physique à titre secondaire. CNRS Physique soutient également financièrement quatre actions thématiques du Programme National Astronomie Astrophysique de CNRS Terre & Univers.

CNRS Physique gère aussi des infrastructures de recherche qui peuvent concerner l'astrophysique de laboratoire, comme Apollon (IR*), LULI2000 et le LMJ-PETAL (IR). Chacune de ces installations possède des caractéristiques propres dédiées à une classe d'expériences bien spécifiques. Sur Apollon, surtout la physique des particules (électrons relativistes, paires d'électrons-positrons, physique nucléaire) ainsi que la QED peuvent être abordées. Pour ce qui concerne LULI2000, c'est essentiellement ce que l'on appelle la haute densité d'énergie qui est concernée avec des applications naturelles en Fusion par Confinement Inertielle mais également en astrophysique de laboratoire depuis plus de 25 ans. Ici c'est l'énergie et la durée d'impulsion qui prime (> 1 ns). Enfin LMJ-PETAL est un outil du CEA DAM, essentiellement dédié aux recherches liées à la dissuasion mais qui ouvre son installation au monde académique pour des applications demandant des niveaux d'énergie extrêmes.

Problèmes apparus du fait de cet aspect multi-institut :

- A tous les niveaux, celui des chercheurs, ou celui des directions d'Institut, on observe à la fois une très bonne capacité à travailler ensemble, en particulier pour le développement des grands instruments (observatoires CTA et EGO/Virgo, missions spatiales EUCLID, SVOM, ATHENA), mais aussi des frictions et des clivages qui tiennent à des cultures et valeurs différentes, à des besoins d'affichages identitaire pour chacun des Instituts, mais aussi très souvent à une absence d'organisation commune. Ces frictions sont particulièrement fréquentes au niveau des actions de communication.
- Certains sujets de recherches, bien qu'impliquant un nombre significatif de chercheurs sur l'ensemble du CNRS, constituent des niches plus ou moins grandes dans chaque institut et n'ont pas l'impact international qu'une plus grande coordination leur donnerait.
- La politique scientifique des embauches (lorsqu'elle existe ou est affichée, sur ces thématiques) ou d'initiatives stratégiques (même au niveau européen) est rarement coordonnée entre instituts.

- Les outils des trois Instituts sont peu coordonnés (PNs à l'INSU, GDR à l'IN2P3 et l'INP) ou alors ne sont pas accessibles par tous les chercheurs de cette interface (SNO à l'INSU, Master Projects à l'IN2P3)
- Il n'existe pas de portabilité des financements en cas de mobilité entre instituts (exemple : Un chercheur ayant un master projet à l'IN2P3 le perd s'il mute à l'INP/INSU)
- Difficulté à embaucher des chercheurs dont les thématiques sont typiquement évalués dans une section associée à un Institut X dans un labo à tutelle principale d'Institut Y (ce qui contribue à cloisonner encore plus)
- De façon générale, les ressources CNRS (RH, financières, expatriations, etc.) étant allouées avec des quotas par Institut, tout « croisement des ressources » à l'interface pour une mise en oeuvre commune est rendue par nature difficile.
- Duplication des efforts sans optimisation des ressources (humaines notamment)

Recommandations :

Martin pour ordonner

- L'expérience de la CID ayant été concluante, mais n'étant pas destinée à être pérenne, nous proposons une politique d'ouverture de postes croisés et de positionnement des instituts en institut secondaire lorsque c'est justifié. De façon complémentaire les Instituts devraient s'assurer lors du choix des membres nommés de la présence d'expertise sur ces thématiques aux interfaces.
- Un usage plus fréquent des instituts secondaires de rattachement pourrait répondre à certaines de ces limitations. Cet usage n'est pas clair pour les équipes et les laboratoires. Par exemple qu'implique une tutelle secondaire en termes d'accessibilité aux programmes de financements spécifiques de l'institut ? Pour l'instant, il semblerait qu'on n'est éligible qu'aux programmes de l'Institut principal de rattachement.

=> Besoin d'outils de financements plus perméables, et de communiquer sur ce que cela apporte aux chercheurs/ses quand il y a un institut secondaire.

- Mettre en place un bureau de coordination à minima entre les DAS des trois instituts qui se réunirait de façon régulière (tous les mois par exemple) afin de coordonner les actions et stratégies des instituts sur leurs actions à cet interface.
- Plutôt qu'une prospective commune, nous proposons de faire des feuilles de route pour quelques sujets identifiés :
 - Rayonnement de fond cosmologique ("CMB"),
 - Ondes Gravitationnelles,
 - Ciel transitoire,
 - Energie noire et matière noire.
- Avoir des outils vraiment communs sur ces thématiques à l'interface, et une perméabilité des outils des Instituts.

Par exemple à INSU, les SNOs peuvent être rendus accessibles à des équipes ou des laboratoires des autres Instituts, à l'instar de la situation sur le site de Montpellier avec le LUPM (IN2P3) qui est dans le périmètre de l'OSU OREME, ou à Nice avec ARTEMIS (INSIS) qui est dans le périmètre de l'OCA.

Côté IN2P3, les Masters Projets pourraient être ouverts à des collaborateurs en dehors de l'institut.

GDR : le soutien des différents instituts doit être visible, par exemple par un co-financement multi institut; il serait bon également de communiquer quand un accord est passé au niveau des DAS de ne pas financer tel ou tel GDR, sur le fait que ca ne veut pas dire que l'Institut ne soutient pas la thématique.

- Une organisation commune doit être mise en place pour l'exploitation et le retour scientifique dès le début de la conception des projets.
- Une autre source de tensions relevée sur le terrain concerne les actions de communication (articles de presse, dans le journal du CNRS, et site web, news IN2P3, INSU, INP..etc..) qui, parfois, "oublie" des laboratoires ou instituts, créant un sentiment d'exclusion et de frustration parmi les chercheur(e)s. Les actions de com pourraient être prises en charge par une cellule de communication inter-institut ou, à défaut, coordonnées par un(e) chargé(e) de mission commun(e) (?).