

Compte-rendu du comité d'évaluation scientifique du Dapnia

15-17 décembre 2004

Ce numéro hors série de ScintillationS propose le compte-rendu du comité d'évaluation millésime 2004, dont l'intégralité¹ en français ou en anglais est disponible sur simple demande. Les personnes ayant accès à notre Intranet trouveront ce compte-rendu dans les deux langues à l'adresse <http://w10-dapnia.saclay.cea.fr/>. ScintillationS offre sans supplément de prix un glossaire des sigles et acronymes qui fleurissent dans ce rapport que notre journal se permet d'estimer fort encourageant. Rappelons que le Dapnia se soumet tous les deux ou trois ans² à l'évaluation d'un aréopage international de physiciens de réputation mondiale et totalement indépendants de notre organisme, ce qui est le cas de bien peu de laboratoires en France.

Membres du Comité 2004



Photo Jean-Jacques Bigot

Au premier rang, de gauche à droite de la photo :

Prof. Ken Peach (Président), R.A.L., Chilton near Didcot, Oxon, UK
François Gounand, directeur de la DSM, jusqu'à fin 2004
Prof. Sir Chris Llewellyn Smith, Culham Science Centre, Abingdon, Oxfordshire, UK
Jean Zinn-Justin, chef du Dapnia
Prof. Roberto Petronzio, INFN, Rome, Italie
Prof. Douglas Gough, Institute of Astronomy, University of Cambridge, UK
Prof. Walter Henning, G.S.I., Darmstadt, Allemagne

Au deuxième rang, de gauche à droite de la photo :

Prof. Hans Specht, Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
Prof. Lawrence Cardman, Jefferson Laboratory, Virginie, USA
Prof. Alfred Mueller, Department of Physics, Columbia University, New York, USA
Prof. Guy Wormser, Laboratoire de l'accélérateur linéaire (LAL), Orsay, France
Prof. Ugo Amaldi, Université de Milan Bicocca et fondation Tera, Milan, Italie
Prof. John Peoples Fermilab, Batavia, Illinois, USA
Prof. Simon White, Max Planck Institut für Astrophysik, Garching, Allemagne

Prof. Neil Gehrels, Nasa/Goddard Space Flight Centre, Greenbelt, USA.

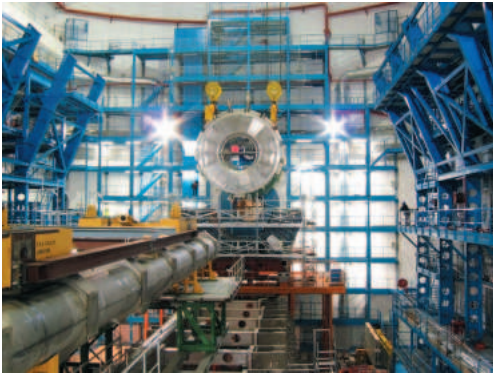
Le professeur Gehrels n'a pas été en mesure de participer à la visite mais il a envoyé ses observations en s'appuyant sur les communications écrites.

(1) Le texte proposé dans nos colonnes a été amputé de ses annexes et légèrement remanié pour éviter certaines répétitions. En outre, bien qu'ayant eu une vision très large des activités du Dapnia, le comité n'a pas pu analyser la totalité des compétences et des engagements de chaque équipe (et notamment des équipes techniques) ; il livre en conséquence, des recommandations pertinentes mais non exhaustives.

(2) La précédente évaluation a eu lieu du 24 au 26/9/01. Son rapport est dans le *ScintillationS* « Hors série » de décembre 2001.

La Direction des sciences de la matière (DSM) lance à intervalles réguliers des évaluations scientifiques de ses laboratoires de recherche, avec les objectifs suivants :

- évaluer la qualité des résultats scientifiques, à l'aune des plus hautes normes internationales ;
- faire des observations sur les plans à moyen terme ;
- faire des observations sur l'attribution des ressources existantes en termes de priorités.



Caverne d'Atlas le 28 octobre 2004.

Le Comité a mené son évaluation du 17 au 19 novembre 2004. Il a entendu des exposés de tous les services scientifiques et rencontré la plupart des services de support technique, qui réalisent un important travail de recherche et de développement. Le Comité a eu souvent l'occasion de commenter les présentations, rencontrer les membres du Dapnia et débattre avec les chercheurs et l'encadrement du Dapnia et de la DSM.

Nous avons appris avec émotion le décès de notre grand ami René Turlay, à qui l'on doit une importante et abondante contribution personnelle à la physique, et dont nous nous rappellerons toujours la gentillesse et la bonté.

Le Dapnia

(Département d'astrophysique, de physique des particules, de physique nucléaire et de l'instrumentation associée)

Observations d'ordre général

Le compte-rendu d'activités 2001-2003 du Dapnia s'intitule : « Laboratoire de recherche sur les lois fondamentales de l'univers » ; ce titre fait là une revendication audacieuse, qui reflète pourtant avec précision la recherche scientifique menée par le Département, et son ambition. Ce que ne dit pas cette brève « déclaration de mission », c'est la profondeur et la qualité de la technologie dont dispose le Dapnia et qui lui permet de soutenir son programme de recherche. Cette combinaison d'excellence scientifique et d'excellence technique en physique des particules, en physique nucléaire et en astrophysique, domaines distincts mais qui se chevauchent, caractérise tout spécialement le Dapnia.

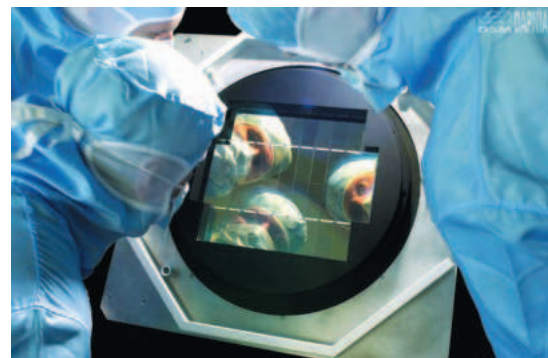
Programme scientifique

Sans aucun doute, le programme scientifique et technique de chacun des services du Dapnia pris séparément (SAp, SPhN, SPP, SACM, Sédi, SDA et SIS) est solide et internationalement compétitif sur un grand éventail de projets. L'étendue des connaissances et du savoir-faire du Dapnia constitue une ressource inestimable pour la science française, pour la science européenne et pour la science mondiale. Les principaux facteurs de réussite du Dapnia sont, entre autres :

- (i) le grand éventail des activités de recherche, dans une symbiose aux avantages considérables ;
- (ii) l'intégration entre l'effort de recherche et le solide soutien technique ; elle permet de faire d'impressionnantes contributions instrumentales à une vaste gamme de programmes de recherche. La recherche ainsi « chapeauté » par le Dapnia apporte un ferment essentiel à la vitalité du CEA et à sa capacité d'exécuter son vaste programme de recherche, de développement et d'innovation dans les domaines de l'énergie, de l'information, de la technologie de la santé, et de la défense.

Les services techniques (SACM, Sédi, et SIS) ont des programmes de recherche et développement solides et essentiels, développant des technologies (Micromegas, aimants supraconducteurs, etc.), dont la contribution rayonne *via* les travaux expérimentaux des services scientifiques (SAp, SPhN et SPP). Cette contribution est de plus en plus mise à la disposition des autres domaines scientifiques, et utilisée par eux.

Le Service de déclassement des accélérateurs (SDA) a été bâti autour d'un projet spécial visant au déclassement de deux installations nucléaires autorisées (Saturne et l'ALS). Le SDA a accompli cette mission de façon exemplaire ; à travers la méthode scientifique employée pour attaquer le problème, il a développé des procédures très utiles pour la conception [et le démantèlement] des futures installations nucléaires.



Megacam.

Organisation et structure

Lors du précédent examen, les services techniques étaient en cours de réorganisation, ce qui préoccupait certains membres du personnel. Nous considérons que cette réorganisation a, d'une manière générale, été bénéfique et que le regroupement des accélérateurs, de la cryogénie et du magnétisme au sein du SACM, et des détecteurs, de l'élec-

tronique et de l'informatique au sein du Sédi, a amélioré leur fonctionnement. Nous nous réjouissons des efforts de la direction pour concentrer le personnel sur le site central et nous encourageons une intégration plus poussée des laboratoires dès que les ressources le permettront.

Il a été question de l'opportunité d'une collaboration plus étroite avec l'IN2P3. Nous y voyons des avantages qui enrichiront la collaboration, déjà importante, entre le Dapnia et l'IN2P3, en physique nucléaire, en physique des particules et dans le domaine de la technologie des accélérateurs. Toutefois, nous aurions grand regret que cela affaiblisse les excellents liens unissant, au Dapnia, la physique de l'infiniment petit et les services techniques, à l'astrophysique. Nous pensons que le dispositif actuel, dans lequel le Dapnia est intégré à la DSM et au CEA, doit être maintenu ; nous y voyons des avantages réciproques.

Personnel (y compris les étudiants et les chercheurs en contrat post-doctoral)

Les efforts faits depuis la dernière évaluation pour augmenter le nombre d'étudiants et de chercheurs en contrat post-doctoral, et pour recruter d'excellents jeunes scientifiques à des postes de responsabilité, ont fait une forte impression sur le Comité. Nous avons été séduits par les présentations des jeunes chercheurs, qui ont

décrit avec enthousiasme un très vaste domaine de la science. Vu sa capacité à recruter et à retenir ces personnes, le Dapnia semble très coté auprès des jeunes physiciens qui « votent avec leur carrière » ; ce sont là de futurs leaders, non seulement au Dapnia, mais aussi dans le domaine de recherche qu'ils auront choisi. Un autre critère qui permet de mesurer la réputation nationale et internationale du Dapnia est le nombre de ses chercheurs expérimentés recrutés à des postes de responsabilité par d'autres institutions ; cela peut créer des problèmes pour certains projets, mais ouvre aussi de nouvelles perspectives.

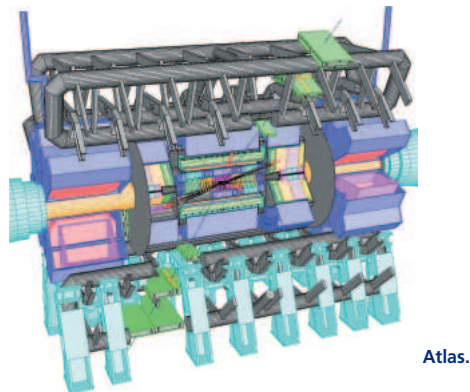
Le Comité s'est alarmé de certaines propositions annoncées fin 2003, qui auraient réduit de façon dramatique le personnel du Dapnia ; il se félicite de constater que ces mesures n'ont pas été entièrement mises en œuvre. Cependant, au cours des prochaines années, tous les domaines verront un certain nombre de départs à la retraite d'individus clés ; compte tenu de l'étendue du programme du Dapnia, il est impératif qu'ils soient remplacés. On constate déjà un manque de personnel dans certains secteurs essentiels, dans lesquels un accroissement modeste du nombre des chercheurs se traduirait par de très importantes retombées scientifiques.

Le Comité a noté avec plaisir l'augmentation du nombre des étudiants. Ils sont très motivés et ont acquis au Dapnia un grand éventail de compétences. Le Comité serait navré que les nouveaux modes de sélection aboutissent à réduire le nombre et la qualité des doctorants du Dapnia.

Physique des particules (SPP)

Remarques générales

Le service de Physique des particules jouit d'une grande réputation internationale. Son programme suit deux thèmes essentiels : les éléments constitutifs de la matière (LEP, H1, D0, LHC, ILC et neutrinos) et le contenu énergétique de l'univers (Archeops, Olimpo, Planck, SNLS, Eros, Edelweiss, NA48, BaBar). Il s'agit là d'un programme vigoureux et équilibré, à l'impressionnante mise en œuvre technique, et qui a moissonné une abondance de résultats de premier plan.



Examen et observations

Les éléments constitutifs de la matière

Les analyses des deux expériences LEP (Aleph et Delphi) sont presque terminées ; le Comité apprécie la profondeur et le caractère complet de ces travaux.

Le groupe H1 est très peu nombreux, mais bien en évidence, grâce

en particulier à la nomination d'Emmanuelle Perez comme coordinateur de physique. Les travaux sur les distributions de partons généralisées (GPD) devraient être l'occasion de contacts plus étroits avec le SPhN. Le Comité ne s'attend pas à un accroissement de l'effectif du groupe ; il prévoit que cet effort de recherche s'achèvera en 2006 ou en 2007.

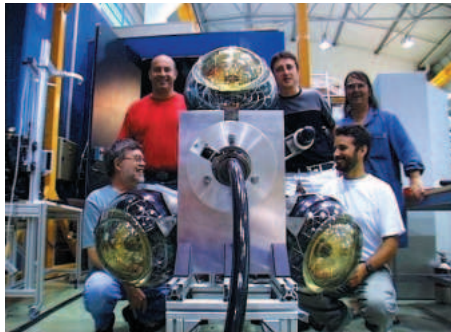
Le groupe D0 est très bien intégré dans cette collaboration ; nous notons avec plaisir que les plans existent déjà pour la transition du Tevatron au LHC. Lorsque le LHC sera en service, l'engagement dans D0 connaîtra une forte réduction ; l'expérience acquise dans l'analyse des données du Run II sera alors inestimable pour extraire les premiers résultats physiques des programmes Atlas et CMS.

La contribution technique aux projets Atlas et CMS a connu une réussite spectaculaire, en exploitant les points forts scientifiques et techniques du Dapnia. Le Comité note le renforcement des deux groupes ; il constate avec plaisir un accroissement progressif de l'implication dans la préparation des analyses.

Un groupe peu nombreux mais actif travaille sur les détecteurs destinés à l'ILC, avec une bonne participation à l'effort mondial pour définir les besoins de la physique et des détecteurs. Le choix des activités de recherche et développement de ce groupe est judicieux de par l'intérêt général des techniques proposées. Cette activité doit continuer à être bien soutenue ; elle doit s'approprier à réagir rapidement à tout besoin de renforcer le groupe en cas de développements politiques favorables.

Le programme de recherches sur les neutrinos est d'un très grand intérêt ; nous appuyons fermement la double approche mise en place pour aborder ce programme : travailler sur les expériences japonaises à base d'accélérateurs (K2K et T2K) tout en explorant en Europe les très intéressantes mesures, à court terme, avec un réacteur (Double

Chooz) et les perspectives à long terme (Cern-Fréjus). En ce qui concerne Antares, en dépit des retards accumulés, il urge de passer au déploiement de l'expérience, tout en maintenant un contrôle de qualité presque au même niveau que dans le spatial. Nous pensons qu'il est important d'entamer en laboratoire les tests de vieillissement de quelques modules, afin d'acquérir de l'expérience sur les modes de défaillances et sur les techniques d'amélioration possibles, de façon à se préparer au futur projet km³ européen.



Les « yeux » d'Antares.

Le contenu énergétique de l'univers

Le Comité apprécie que le Dapnia puisse étudier en détail toutes les composantes du contenu énergétique de l'univers qui ont été identifiées ou supposées importantes.

Le programme sur le CMB est solide ; avec Olampo et Planck, il suit une intelligente approche par phases.

Côté SNLS, le succès rencontré par la caméra MegaCam, la plus grande caméra CCD du monde, et le bon démarrage de l'expérience ont fait forte impression sur le Comité. C'est là une excellente occasion de collaborer avec le SAp, en comprenant mieux la physique des supernovæ.

Eros a été une excellente expérience de première génération, qui a fourni une conclusion scientifique claire en ce qui concerne la nature de la matière noire.

Edelweiss a produit de bons résultats, face à une redoutable

concurrence internationale. Si son déploiement intervient rapidement, Edelweiss II a de grandes chances de reconquérir la position de pointe mondiale qui était celle d'Edelweiss, et d'accéder au domaine de sensibilité permettant de tester les prédictions de Susy (théorie de la supersymétrie).

Voici plus de quarante ans que les équipes de l'actuel Dapnia sont fortement engagées dans l'importante étude de la violation de CP. Au cours des mois récents, aussi bien NA48-1 que BaBaR ont obtenu des résultats impressionnants : le Dapnia a fortement contribué aux équipements nécessaires à ces deux expériences, en étant impliqué dans les deux analyses. Le spectromètre Kabes (basé sur Micromegas), pour NA48-2, et le Dirc destiné à Babar, sont des contributions décisives du Dapnia. Nous sommes préoccupés par la rapide diminution programmée de la taille des groupes BaBaR et NA48-2, face à l'évolution naturelle de ces collaborations, et par le fait qu'il n'y a actuellement au Dapnia, aucun projet pour reprendre le flambeau de cet important domaine qu'est la violation de CP.

Recommandations

i) Au cours des trois prochaines années, un certain nombre de chercheurs confirmés partiront à la retraite et il faudra recruter de nouveaux chercheurs si l'on ne veut pas que le programme, déjà en limite de ressources, souffre davantage.

ii) Les initiatives en vue d'apporter du « sang neuf » *via* des plans améliorés de recrutement d'étudiants et de chercheurs post-doc doivent être poursuivies (le Comité espère de tout cœur que la réduction dramatique du nombre de doctorants accueillis cette année n'est que passagère).

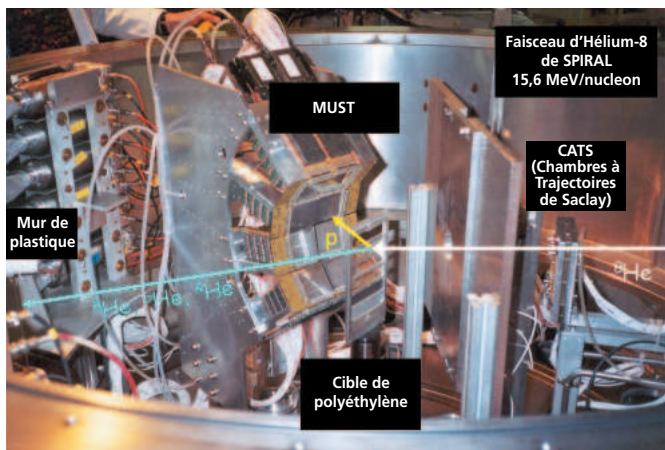
iii) L'activité dans le domaine de la violation de CP doit garder une taille suffisante pour exploiter pleinement le gros volume de données accumulé à la fin des expériences et pour optimiser les retombées scientifiques de tous les investissements antérieurs.

iv) En dépit de la pression qui s'exerce sur le programme existant, il faut conserver suffisamment de souplesse pour réagir à de futures initiatives (ILC, programme neutrinos, km³, SuperB...).

Physique nucléaire (SPhN)

Remarques générales

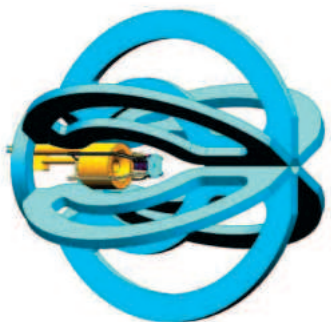
Le SPhN conduit sa recherche fondamentale sur deux fronts : d'une part la structure des nucléons et des noyaux, d'autre part les lois fondamentales de l'univers qui gouvernent la création et les inter-



Expérience auprès de Spiral2 sur l'hélium-8.

actions des nucléons et des noyaux. Cette recherche est menée dans quatre secteurs principaux :

- Les expériences actuellement en cours au Rhic et une nouvelle génération d'expériences planifiées pour Alice au Cern, ont pour but d'identifier et d'étudier le plasma quark – gluon au moyen de mesures de production de J/Ψ et de Y – une nouvelle forme de matière dans laquelle les quarks ne sont pas confinés.
- Des expériences sur la structure des hadrons, avec une attention particulière portée au contenu du nucléon en quarks étranges, à la contribution des gluons au spin du nucléon, et à l'utilisation d'un nouvel outil expérimental – la diffusion Compton profondément virtuelle – pour explorer d'une part les corrélations spatiales et en impulsion entre les quarks du nucléon, et d'autre part la contribution du moment angulaire des quarks au spin du nucléon.
- Des expériences sur les noyaux situés loin de la région de stabilité, afin d'acquérir une plus grande compréhension de la structure nucléaire, et pour en tirer des enseignements sur l'évolution de la matière hadronique dans l'univers.
- Des expériences se rapportant directement à l'énergie et à la sécurité nucléaires, comme le traitement des déchets radioactifs et la détection des substances radioactives.



Calorimètre
et aimant
supraconducteur
à l'intérieur du
détecteur Clas
(Jlab).

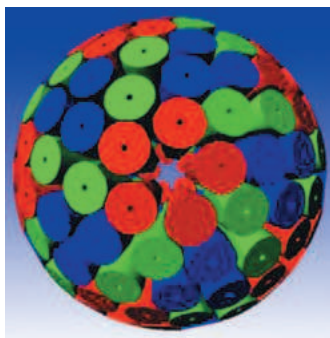
Examen et observations

Structure nucléaire

Au Ganil, un groupe a conduit une série d'expériences fructueuses sur Spiral, en exploitant au mieux les excellents instruments construits au Dapnia, en particulier Exogam et Vamos. Un très bon programme d'amélioration de l'acceptance de l'instrument Must (Must-2) est en cours d'élaboration. Cette expérience fournit une information unique sur la structure des noyaux exotiques et en fournira toujours plus.

Sont également menées des expériences de spectroscopie nucléaire sur certains isotopes de l'hélium et du krypton. Font aussi l'objet d'études, des noyaux à halos de neutrons et des noyaux à grand déficit en neutrons (par exemple les isotopes 187 et 189 du bismuth), la spectroscopie des noyaux transférmiens ($Z > 100$), ainsi que des noyaux super lourds dont on veut mesurer les propriétés. Ce programme bénéficiera énormément d'une plus grande gamme de faisceaux d'ions à Spiral, allant au-delà des gaz nobles.

L'étude d'Agata – le premier spectromètre gamma au germanium couvrant 4π stéradians – est très ambitieuse ; le Dapnia y contribue fortement. Destiné aux futures installations comme Spiral-2 et Fair au GSI, ce développement s'étendra sur plusieurs années.



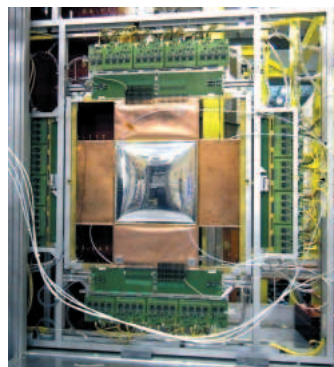
Agata.

Nous avons là un groupe solide de chercheurs en physique nucléaire, couvrant un domaine d'activités varié. Par l'utilisation de faisceaux de noyaux à faible durée de vie, on ouvre, *via* la spectroscopie des réactions en cinématique inverse, l'immense champ des noyaux existant au-delà des noyaux stables. Cette technique est du plus grand intérêt pour la physique de la structure nucléaire et pour les processus de nucléosynthèse explosive. Dans un tel programme, les conditions expérimentales soulèvent de nombreux défis techniques et changent en fonction du noyau étudié ; cela exige des configurations expérimentales variables, donc un soutien technique constant.

Structure hadronique

Le groupe de Saclay joue un rôle considérable dans l'expérience Compass, au Cern, un des programmes les plus importants actuellement en cours en physique hadronique. Compass est voué à des

études de diffusion profondément inélastique destinées à comprendre l'origine du spin du proton, et en particulier la contribution des gluons à celui-ci. Deux autres efforts du même niveau et à grand impact sont en cours au laboratoire Jefferson (Jlab) : l'exploration du contenu en quarks étranges du nucléon en mesurant la composante faible, violant la parité, de la diffusion d'électrons (ce qui renseigne sur la distribution spatiale des quarks dans le nucléon), et les études pionnières de la structure du nucléon à l'aide d'un nouvel outil expérimental – la diffusion Compton profondément virtuelle (DVCS). Dans ces trois programmes, le Dapnia/SPhN a un rôle moteur dans l'analyse physique et il apporte une contribution technique à chacune de ces expériences. De plus, le programme expérimental est considérablement enrichi par un gros travail théorique sur la structure des hadrons.



Compass
avec
Micromegas.

On s'attend à ce que l'outil DVCS apporte une vision nouvelle de la structure du nucléon, en renseignant sur la distribution des impulsions et la distribution spatiale des quarks, ainsi que sur les corrélations entre ces deux répartitions. Cela permettra d'avoir, pour la première fois, des images « tomographiques » de la structure du nucléon. Ce programme, prolongeant des expériences actuellement en cours au Jlab, pourra être étendu de façon à fournir une image complète de la structure du nucléon. Il combinera les expériences DVCS à haute énergie proposées pour Compass, au Cern, couvrant le domaine des petits x (fraction de la quantité de mouvement) et des grands Q^2 , avec un deuxième ensemble d'expériences proposées pour le nouveau dispositif à 12 GeV de l'accélérateur du laboratoire Jefferson, couvrant le régime des grands x et des Q^2 intermédiaires. Une fois rassemblées, ces expériences couvriront le domaine de cinématique essentiel pour caractériser pleinement la structure du nucléon et pour comprendre le rôle que joue le moment angulaire orbital des quarks dans le spin du nucléon. On s'attend à ce que cet effort de recherche soit un des plus fructueux dans ce domaine, au cours de la décennie à venir. Le Dapnia/SPhN est bien placé pour y conserver son rôle moteur, grâce à la poursuite de ses remarquables travaux dans ce domaine.

Transitions de phase de la matière nucléaire

Les groupes sont engagés dans deux projets complémentaires : la préparation de l'expérience Alice au LHC du Cern, et l'exploitation des données de l'expérience Phenix au Rhic. Le thème commun à ces deux projets est la physique des dimuons, basée sur l'expérience déjà acquise. En ce qui concerne Alice, le groupe est chargé de la conception, de la construction et de la gestion des grandes chambres à traces du spectromètre à dimuons. La physique se concentrera sur les familles du J/Ψ et du Y , suivant en cela le programme de physique de Phenix, dont les données de 2004 devraient fournir les premiers résultats significatifs sur le J/Ψ . Le groupe actuel doit être renforcé pour permettre au Dapnia d'assurer sa position de leader dans le secteur du quarkonium.



Physique pour l'énergie nucléaire

Le service a développé un programme palpitant et fructueux, de mesure des processus nucléaires d'importance critique pour l'énergie nucléaire. Ce programme porte sur trois domaines :

- La mesure des réactions de spallation autour de 1 GeV, vitales pour les systèmes hybrides de réacteurs contrôlés par accélérateur. Ces mesures utilisent le séparateur de fragments du GSI, dont le Dapnia est le maître d'œuvre.
- Des mesures neutroniques de haute précision, requises pour améliorer les bases de données nucléaires dont ont besoin les nouvelles technologies d'énergie nucléaire et le retraitement des déchets nucléaires. Le Dapnia a joué un rôle de premier plan dans la construction du dispositif n_TOF au Cern, et dans sa première utilisation. De plus, d'importantes mesures de sections efficaces totales ont été faites à l'ILL.

- L'information recueillie, ainsi que d'autres données, ont servi à mettre au point des codes de modélisation des systèmes nucléaires complexes.

S'appuyant sur la forte tradition de physique nucléaire du Dapnia, ce programme donne un bon exemple où les investissements passés en recherche fondamentale ont d'importantes répercussions socio-économiques.

Recommandations

v) Le groupe de structure nucléaire devrait se concentrer davantage sur des objectifs dont l'importance est primordiale pour la physique de ce domaine ; en particulier ce programme devrait bénéficier du développement d'une gamme élargie de faisceaux d'ions (au-delà des gaz nobles) à Spiral.

vi) Vu les réductions de personnel de ces dernières années, les forces engagées en physique hadronique au laboratoire Jefferson risquent de perdre leur rôle moteur. Il est essentiel qu'au moins un chercheur vienne renforcer rapidement cette équipe, pour exploiter le potentiel scientifique des importants investissements faits dans le dispositif DVCS et pour poursuivre ce remarquable programme de recherche, en utilisant les capacités accrues offertes par le futur fonctionnement à 12 GeV de l'accélérateur Cebaf.

vii) Le groupe Alice doit être significativement renforcé, pour établir sa position de chef de file dans le secteur du quarkonium.

Astrophysique (SAp)

Le service d'astrophysique contribue de façon remarquable à certains projets internationaux du plus haut niveau, principalement en astronomie spatiale, mais aussi en astronomie au sol, en s'appuyant sur une instrumentation de premier plan.

Remarques générales

Le service d'astrophysique, poursuivant en cela sa tradition, a construit des instruments exceptionnels : depuis notre dernière visite, trois instruments importants ont été achevés et mis en service : Ibis sur Integral, Megacam, et Visir. De plus, un réseau de bolomètres à infrarouges de conception inédite est en cours de construction pour le projet Herschel/Pacs. Ces réalisations devraient fournir une base solide aux programmes scientifiques actuellement poursuivis dans le service.

Le groupe a continué de tirer parti de la capacité du Dapnia de construire de magnifiques instruments ; il a réussi à attirer un nombre substantiel de jeunes chercheurs. Cela lui a permis de poursuivre un grand choix de projets, mais ses ressources humaines restent limitées, en raison de réduction des effectifs. Or, nombre de projets du SAp apportent d'excellentes retombées scientifiques ; leur impact global pourrait être enrichi en concentrant la majeure partie de son effort de collaboration sur les projets importants dans lesquels il peut jouer un rôle moteur. De nouvelles orientations prometteuses se font jour à partir de petits projets, en particulier d'idées lancées par les excellents jeunes recrutés par le SAp. Le groupe a tellement de succès que bien des chercheurs parmi les plus reconnus ont été recrutés ailleurs comme directeurs. Ce phénomène devrait être contrebalancé en promouvant fortement les meilleurs jeunes chercheurs et en recrutant du sang neuf en quantité suffisante pour maintenir la viabilité d'ensemble.

L'engagement du SAp se traduit souvent par d'importantes contributions expérimentales, cruciales pour la réussite des projets, qui justifient son rôle dominant dans leur exploitation scientifique. Le soutien technique à ce niveau record est une contribution inestimable du Dapnia aux programmes d'astrophysique et de science de l'espace, non seulement en France mais aussi en Europe et sur la scène mondiale. De nouvelles réductions des capacités de soutien du SAp se feraient au détriment des programmes français, et des grands programmes internationaux auxquels il est associé.

Lors de notre dernière rencontre, une des préoccupations était le niveau de participation d'étudiants et de chercheurs post-docs dans les programmes du SAp. Le nombre de doctorants et de post-docs a maintenant augmenté de façon importante. C'est là un développement sain. Cet effort doit se poursuivre.

Examen et observations

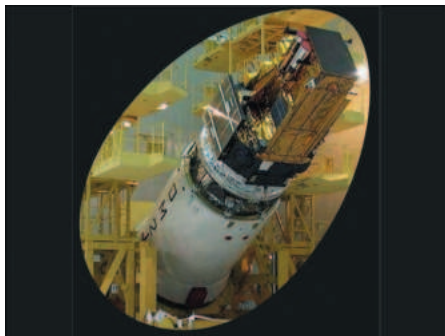
Programme actuel

Le programme actuel repose sur un puissant ensemble d'instruments au sol et spatiaux, appuyé par une solide activité de simulation. Cet ensemble se détaille ainsi :

XMM : le SAp a fait bon usage de XMM pour étudier les amas de galaxies et le centre galactique. L'étude des grands amas qu'il a proposé n'a pu obtenir que 10 % du temps ouvert demandé ; toutefois, nous avons appris avec plaisir que le groupe a révisé ses objectifs scientifiques, afin de tirer parti des images obtenues avec Megacam dans le même domaine.

Integral : Le groupe a profité de son accès garanti à de grandes plages de temps d'observation, pour éclaircir la nature de l'émission « diffuse » provenant de la région du centre galactique. En

fait, au moins 80 % de cette émission est issue de sources ponctuelles. Le groupe a également réussi à montrer que le spectre de la raie d'annihilation des positons est étroit et que cette émission est associée au bulbe galactique. Ce sont là d'importants résultats. L'instrument Ibis/Isgri d'Integral est un succès et produit la plus grande part des découvertes de la mission. On doit féliciter le Dapnia/SAP pour la mise au point de cet instrument de conception technologique innovante.



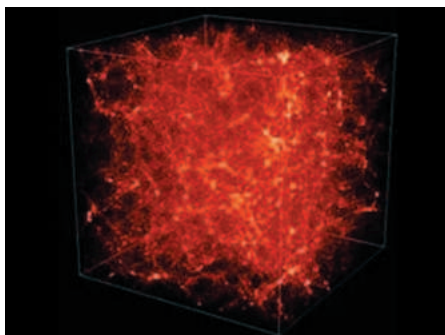
Integral installé à bord du lanceur russe Proton.

Megacam : Actuellement, le seul projet Megacam important au sein du SAP est l'observation de la contrepartie optique des champs couverts par XMM, mais cet important investissement du Dapnia est aussi la base de l'important effort d'identification et de suivi des supernovae de type Ia que mène le SPP.

Visir : avec cet instrument, le SAP et ses collaborateurs néerlandais disposent de soixante nuits garanties sur le VLT. Cette grande durée d'observation devrait leur permettre d'apporter des contributions importantes à l'étude des disques proto planétaires, des régions de formation d'étoiles et de l'environnement du trou noir super massif, centre de notre galaxie.

Hess (High Energy Stereoscopic System) : historiquement, l'étude des rayons cosmiques à haute énergie a eu de l'importance dans le programme du SAP ; à présent que Hess a commencé de produire des données, la participation du groupe sera réduite du fait du départ à la retraite imminent du chercheur directement impliqué.

Golf : le SAP continue d'utiliser les données de cette expérience de longue durée, pour préciser la structure du soleil, afin de fournir des données importantes pour la physique des neutrinos et la physique nucléaire. Il espère aussi mettre à jour d'éventuelles contradictions dans la vision standard de l'intérieur du Soleil.



Simulations numériques de la structuration de l'Univers (R. Teyssier et collaborateurs).

Simulation numérique : l'effort du SAP s'est accru de façon significative, en étroite relation avec ses programmes d'observation. Le financement du programme Horizon constitue un développement très positif, qui augmentera la visibilité nationale du SAP dans ce domaine. Il en est de même de la collaboration avec les chercheurs du Colorado visant à réaliser des simulations magnétohydrodynamiques

de l'intérieur du Soleil, destinées à étayer l'effort d'interprétation de l'équipe Golf.

Programme futur

Pour conserver sa position pivot, le SAP doit, en s'appuyant sur sa longue tradition d'excellence, mettre au point de nouveaux instruments, tout en développant encore sa capacité d'analyse. Non seulement le programme existant se poursuit, mais un certain nombre de nouveaux outils sont en cours de mise au point.

Glast : alors que les contributions en matériel fourni au LAT se sont arrêtées avec la suppression du financement par le Cnes, le groupe du SAP a réussi à maintenir sa position dans la collaboration Glast. Il aura d'importantes responsabilités dans l'exploitation scientifique des données du LAT. En particulier, il sera responsable du recensement des objets. Cela constituera une contribution précieuse à Glast et, pour un investissement très faible, donnera au Dapnia la direction d'une importante analyse scientifique.

Herschel : extension naturelle du succès remporté avec ISO, les contributions du groupe aux instruments Pacs et Spire sur Herschel avancent bien. Cette mission cruciale de l'ESA permettra l'étude détaillée d'une nouvelle plage de longueurs d'onde ; elle donnera au SAP l'occasion de rester à la pointe de la recherche en matière de formation des étoiles et d'évolution des galaxies.

Des projets, proposés à un stade d'étude précoce (Simbol-X, Eclairs, Golf NG, Dune, Miri) fournissent une gamme d'occasions bien adaptées pour maintenir et renforcer la position de chef de file mondial qui est celle du Dapnia en instrumentation astronomique.

Recommandations

viii) Les efforts pour promouvoir la communication entre chercheurs du SAP et du SPP devraient se poursuivre ; la recherche de projets conjoints éventuels (Dune par exemple) doit être encouragée

ix) Les projets proposés doivent être continuellement réévalués, de façon que, à chaque étape (étude, construction, fonctionnement), soit présent au moins l'un des domaines de savoir-faire instrumental du service.

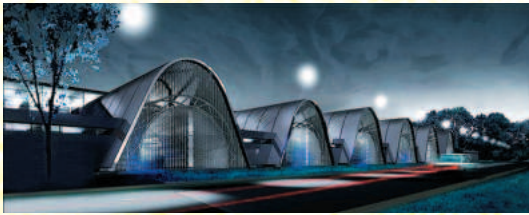
x) Le SAP doit continuer de concentrer ses principales ressources sur des projets à fort impact, dans lesquels il pourra jouer un rôle scientifique de premier plan. Parallèlement, il devra aussi encourager les petites initiatives novatrices.

xi) L'implication de jeunes chercheurs dans l'activité du SAP doit continuer de s'étendre. Les difficultés qu'il y a à trouver en France des postes permanents pour ces chercheurs peuvent être atténuées avec profit en attirant plus d'étudiants étrangers et de chercheurs post docs.

xii) Dans la situation difficile actuelle du Dapnia en matière de personnel, on pourra pallier en partie le manque d'effectifs pour exploiter les principaux programmes du SAP, en impliquant des chercheurs d'autres institutions, à travers des mécanismes comme les programmes Horizon, les GDR (groupements de recherche) ou la nouvelle UMR (unité mixte de recherche).

xiii) Pour que le SAP puisse maintenir dans tous ses projets une implication scientifique efficace, il est urgent et indispensable de recruter, compte tenu des départs à la retraite imminents et du départ de certains de ses meilleurs chercheurs vers des postes de responsabilité en dehors du Dapnia. Par exemple, une participation significative à l'expérience Hess exigera de renforcer le groupe impliqué.

SERVICES DE TECHNOLOGIE AVANCÉE (SACM, SÉDI, SIS, SDA)



Neurospin (vue d'artiste).

des domaines, ces technologies sont de niveau mondial – et dans bien des cas, au plus haut niveau mondial. Si on les laisse s'affaiblir ou se disperser, il sera presque impossible de les reconstituer.

Le Dapnia a la chance d'avoir plusieurs services techniques solides qui sous-tendent toute sa gamme d'activités scientifiques. Le Comité a été impressionné par l'excellence des travaux effectués, par l'enthousiasme du personnel, par l'étendue et la qualité des installations. Non seulement ces services servent d'appui aux services scientifiques du Dapnia, mais ils constituent une ressource nationale essentielle pour soutenir un large éventail de science et de technologie, que l'on rencontre dans très peu de laboratoires. Dans la plupart



Unité d'IRM.

Accélérateurs, cryogénie et magnétisme (SACM)

Remarques générales

Le service des accélérateurs, de la cryogénie et du magnétisme a en construction un ensemble très puissant de projets, ainsi qu'un important programme de recherche et de développement. Toutes ses activités sont à très long terme ; le futur devra donc être planifié avec soin (après le projet LHC). Des possibilités intéressantes pour de nouveaux projets sont apparues, tant dans les domaines scientifiques habituels que dans de nouveaux secteurs d'étude (comme les sciences de la vie). Nous les encourageons.

Nous notons avec satisfaction les mesures déjà été prises pour constituer une seule unité sur le site de Saclay ; il nous paraît hautement désirable de compléter ce rassemblement lorsque les ressources permettront le déménagement des laboratoires actuellement implantés à l'Orme des Merisiers.

Le service a été très actif dans les programmes cadres européens : par exemple, l'aimant R3B-Glad a été mis au point dans le 5^e programme cadre ; le Dapnia a conduit la proposition Care, un grand succès, pour le 6^e programme cadre ; il est aussi un partenaire important de l'étude de définition « Eurotev ».

La technologie disponible en cryogénie et en magnétisme est une ressource précieuse, unique en Europe, essentielle pour beaucoup d'ambitieux projets de pointe à grand impact. Cette capacité doit être maintenue, développée, et soutenue par l'investissement approprié.

Le Comité se réjouit des initiatives en biomédecine, ainsi que de la nomination de deux chefs de mission pour poursuivre des programmes spécifiques, comme Neurospin.

Examen et observations

LEAS (Laboratoire d'étude des aimants supraconducteurs)

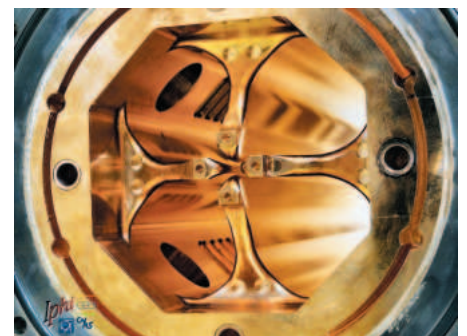
La contribution aux aimants cryogéniques du LHC (les quadripôles de la machine, le toroïde central d'Atlas et le solénoïde de CMS) est un grand succès, et le service doit en être félicité. Ces projets sont de très haut niveau, soumis à des critères de performance rigoureux, requérant les plus hautes normes techniques et impliquant un important degré de risque. Le LEAS est un des rares laboratoires au monde (y compris dans l'industrie) à avoir les compétences nécessaires pour concevoir de tels aimants. Il est engagé dans de nouveaux projets en physique nucléaire au Jlab (solénoïde de l'expérience Clas DVCS) et au GSI (le R3B-Glad, une conception nouvelle avec quatre bobines

aux densités de courant adaptées, produisant un dipôle à grande acceptance destiné à l'étude des faisceaux d'ions exotiques). Pour les bobines du stellarator W7-X, testés à l'aide d'une station d'essai double, les travaux se poursuivent.

Il existe aussi un vigoureux programme de mise au point de supraconducteurs en niobium-étain (Nb₃Sn) pour de nouveaux aimants à champ magnétique élevé. Ces travaux constituent un défi mais sont importants pour les machines futures et leurs améliorations, par exemple pour permettre au LHC d'atteindre de plus fortes luminosités.

Léda (Laboratoire d'étude et de développements pour les accélérateurs)

C'est une activité très importante menée par un groupe relativement peu nombreux de spécialistes, basée sur une technologie avancée, pour les accélérateurs, linéaires comme circulaires. Elle combine études théoriques des performances et des limitations des accélérateurs, conception, construction et utilisation de bancs d'essai (par exemple, Iphi), et mise au point des technologies associées, comme le vide très poussé et le diagnostic.



Extrémité d'un segment de quadripôle radiofréquence (RFQ) pour l'injecteur de protons à haute intensité Iphi.

Le projet Iphi est crucial pour un grand nombre de programmes futurs ; il a conduit à la mise au point d'un banc d'essai à protons de grande puissance (100 mA, 3 MeV), qui inclut le RFQ et le DTL. Le Dapnia travaille à présent avec le Cern sur la mise au point du SPL, et sur des applications plus étendues des sources de protons de grande puissance dans la composante JRA Hippi du projet Care du 6^e programme cadre. Cela exige aussi la mise au point de cavités supraconductrices pour les machines à protons, qui exploitent le vaste savoir-faire acquis en menant les travaux pour les cavités de Tesla.

Comme nous l'avons noté à propos du SPhN, la mise au point de Spiral2 est nécessaire pour étendre la gamme de noyaux étudiés ; c'est en cours au Léda.

Lésar (Laboratoire d'étude des structures accélératrices et des radiofréquences)

Le Comité a été ravi d'apprendre que les remarquables travaux, effectués au cours des 12 dernières années par le Dapnia sur la mise au point des cavités d'accélération à froid dans le cadre de la collabo-



Mise en place du premier module du solénoïde supraconducteur CMS sur la plateforme de montage au CERN.

ration Tesla, ont fortement contribué au choix de la technologie supraconductrice pour le projet de collisionneur linéaire international (ILC). À partir de cette solide base technique – la mise au point des cavités supraconductrices exige la maîtrise d'un éventail de technologies impressionnant, en physique, chimie et ingénierie – et de la position de chef de file reconnue dans ce secteur, le Lésar est bien placé

pour jouer un rôle de premier plan dans la contribution française à la conception et à la construction de l'ILC. Le Comité note avec plaisir que l'expérience acquise au sein du projet Tesla permet maintenant de transférer cette technologie aux sources de rayonnement synchrotron des programmes PSI, Elettra et Soleil. Outre ces développements, il est important que le groupe du Dapnia s'engage dans la mise au point de nouvelles technologies d'accélération, comme le Clic et le CTF3.

Recommandations

- xiv) La conception d'accélérateurs doit être coordonnée avec l'IN2P3, de façon à bâtir un « centre d'excellence » rassemblant le Dapnia, Orsay et d'autres laboratoires de l'IN2P3.
- xv) Il est important de continuer le développement du programme « niobium-étain ».
- xvi) Le Comité appuie le développement du programme Spiral2.
- xvii) Le Comité recommande que le Dapnia continue de contribuer fortement à l'ILC et à l'Initiative de conception mondiale (*Global Design Initiative*).
- xviii) Le développement de sources de protons de grande puissance, important pour un certain nombre de domaines en science fondamentale et en technologie nucléaire, doit être poursuivi.
- xix) Les travaux sur les technologies du futur pour les accélérateurs linéaires (Clic) et CTF3 doivent continuer. Lorsque les ressources le permettront, le déménagement destiné à regrouper tout le SACM sur le site principal de Saclay devra être achevé.

Électronique, détecteurs et informatique (SÉDI)



Calorimètre à argon d'Atlas.

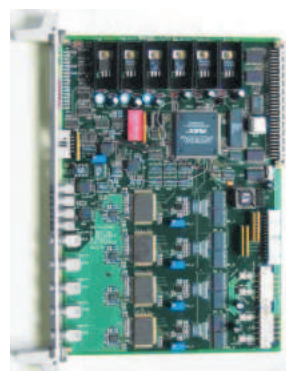
Remarques générales

Le service d'électronique des détecteurs et d'informatique offre une impressionnante capacité technique, traduite dans d'importantes réalisations. Sa force réside dans sa grande réputation en matière d'innovation dans le domaine des détecteurs (Micromegas étant l'exemple le plus récent) combinée à de hautes capacités d'ingénierie et de conception en mesure de répondre aux exigences des expériences de physique des particules, de physique nucléaire et d'astrophysique. Cela étant, le Sédi apporte une contribution essentielle à tout le programme du Dapnia.

Examen et observations

Le service d'électronique des détecteurs et d'informatique fournit un excellent soutien à l'instrumentation des principaux programmes scientifiques du Dapnia. Il est impliqué à tous les stades des projets, de la recherche et développement initiaux à la mise en service et à l'entretien des instruments, en passant par la conception, la réalisa-

tion de prototypes et la construction. La liste des instruments et des détecteurs est impressionnante – par exemple Megacam, Exogam, Antares, Atlas – et recouvre une vaste gamme de disciplines et de technologies. Micromegas, qui, lors de notre précédent examen, en était encore en phase de développement, a mûri et trouve des applications dans un impressionnant éventail de disciplines, hors de son domaine originel de la physique des particules. Nous nous réjouissons que la technologie des détecteurs et l'électronique soient intégrées de façon harmonieuse au sein d'un même structure de gestion, avec ses cinq principaux laboratoires (acquisition et traitement précoce des données, détecteurs et électronique frontale, électronique et optoélectronique, intégration des détecteurs et informatique scientifique), chacun apportant une importante contribution. L'antenne du Cern jouera un rôle particulièrement important au cours des prochaines années, lors de l'installation et de la mise en service des détecteurs au LHC. Nous n'avons pas procédé à un examen détaillé de l'informatique scientifique.



Carte d'acquisition VME (Versa Module Eurocard) conçue au Sédi, utilisée dans plusieurs projets, puis commercialisée.

Recommandations

xx) Les forces techniques et les capacités de recherche et développement du Sédi doivent être maintenues.

xxi) Il faut une plus grande implication dans les développements

de la grille de calcul (*Grid*), non seulement pour la physique des particules (Grille de calcul du LHC - LGC) mais aussi pour le plus grand profit du Dapnia et des autres programmes du CEA.

Ingénierie des systèmes (SIS)

Remarques générales

Le service d'ingénierie des systèmes étaye les programmes de recherche des services scientifiques en fournissant un soutien technique professionnel dans six secteurs généraux – traitement des données, instrumentation, automatisation et intégration des systèmes, conception mécanique et ingénierie, et relations industrielles.



Mise en œuvre de l'instrumentation de Visir.

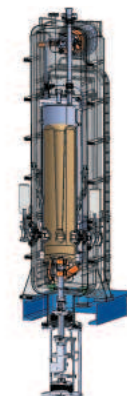
Examen et observations

Le SIS comprend plus de 100 ingénieurs et techniciens aux multiples compétences techniques et hautes capacités de conception, à la base non seulement du programme scientifique du Dapnia, mais aussi d'autres activités au sein du CEA et ailleurs. Ce service mène aussi des recherches originales, surtout en instrumentation ; pour le contrôle à distance et le diagnostic, son approche novatrice s'appuie sur l'Internet. Entre autres, ces compétences ont servi de façon inten-

sive pour la modélisation mécanique et thermique des bobines toroïdales d'Atlas et, plus largement, dans les projets Iter et W7-X. L'expérience acquise sera transférée à de nouveaux projets, comme Double Chooz, T2K, CTF3, Simbol-X et d'autres projets de satellites. Le Comité a été fortement impressionné par la présentation des stations de télémessures atmosphériques.



Banc de contrôle des systèmes d'alignement des chambres à muons d'Atlas.



« CAO » d'une cavité radiofréquence pour Spiral2.

Recommandations

xxii) Le SIS possède des compétences techniques et de conseil en ingénierie mécanique et modélisation, en instrumentation générale, en électronique et en intégration des systèmes. Ces compétences, essentielles au programme scientifique du Dapnia, appuient de nombreux autres programmes ; elles doivent être maintenues.

Service de déclassement des accélérateurs (SDA)

Le SDA a été créé en 1999 avec, pour objectif précis, le déclassement des accélérateurs Saturne et ALS. Nous sommes fortement impressionnés par son approche scientifique systématique du déclas-

sement, méthode unique au monde, du moins, à notre connaissance. Le caractère complet et approfondi de cette approche lui a permis de satisfaire les autorités nucléaires, tout en réduisant considérablement la quantité de matériau à entreposer ou à traiter. Le SDA a un mode de gestion professionnel, qui insiste à juste titre sur la formation. Nous avons félicité les personnes impliquées, persuadés que le savoir-faire acquis grâce à cette nouvelle façon d'aborder le déclassement devrait être plus largement rendu disponible.



Démontage d'un spectromètre dans une salle expérimentale de l'ALS.

Recommandations

xxiii) Le Comité appuie fortement la création du Senac³ (Service d'expertise nucléaire en assainissement et en conception). L'expérience acquise par le SDA a montré que la quantité de matériau exigeant un traitement spécial ou un stockage peut être réduite de façon substantielle ; cette expérience doit être prise en compte dans la conception du blindage biologique des futures installations d'irradiation.

Le Comité remercie François Gounand, directeur des sciences de la matière, et Jean Zinn-Justin, chef du Dapnia, pour l'accueil amical et la généreuse hospitalité déployés au cours de sa visite ; il remercie aussi le personnel du Dapnia pour sa présentation enthousiaste et pour les discussions animées sur le programme. Ce fut un plaisir d'examiner tant d'excellent travail.

Le Comité salue aussi l'efficacité tranquille de Josiane Parnas dans l'organisation de la visite.

Traduction française revue par Yves Sacquin (SPP)

Notes de bas de page et adaptation à ScintillationS de Joël Martin (SPHN)

Sigles, acronymes et précisions

AGATA - *Advanced GAMMA Tracking Array*, projet d'étude de la structure des noyaux aux confins de la stabilité nucléaire, capable de mesurer les rayons gamma émis dans une large gamme d'énergie (de quelques dizaines de keV à 10 MeV et plus).

ALICE - *A Large Ion Collider Experiment*, détecteur de collisions de noyaux implanté au LHC destiné à étudier le plasma quark-gluon.

ALS - *Accélérateur Linéaire de Saclay*, machine à électrons de 720 MeV, en service de 1968 à 1990, siège, avec le synchrotron Saturne (1957-1997), d'expériences fondatrices de la physique hadronique (voir *ScintillationS* n° 1).

CARE - *Coordinated Accelerator Research in Europe*, collaboration à l'échelle européenne en matière de collisions électron-positon de très haute énergie ainsi que d'accélération de faisceaux de neutrons, et de hadrons de haute énergie et de haute intensité. Un sous-ensemble en est les **JRA** *Joint Research Activities*, dont l'un des projets est **Hippi**, *High Intensity Proton Pulsed Injector*.

CLAS - *Cebaf Large Acceptance Spectrometer*, détecteur implanté dans le hall B du laboratoire Jefferson (**Jlab**) en Virginie en aval de l'accélérateur d'électrons **Cebaf** de 6 GeV, avec un projet à 12 GeV (voir n° 50).

CLIC - *Collisionneur Linéaire Compact*, projet de double accélérateur linéaire l'un d'électrons, l'autre de positons, se ruant les uns vers les autres et se choquant à une énergie de 3 à 5 TeV. - **CTF3** - Banc de test et de démonstration pour les composants du futur Clic, fabriqué au Cern.

CMB - Sigle de *Cosmic Microwaves Background*, en français : le fond cosmologique, rayonnement électromagnétique fossile dans lequel baigne le cosmos.

COMPASS - *COMMon Muon Proton Apparatus for Structure and Spectroscopy*. Cette expérience implantée au super synchrotron à protons du Cern sonde l'intimité des « hadrons », les particules soumises à l'interaction forte, comme les nucléons (protons et neutrons), à l'aide de faisceaux de muons et de hadrons de haute énergie (au-dessus de 100 GeV). En particulier, ces études portent sur la contribution du spin des gluons sur le spin des nucléons (n° 60).

D0 - Grand détecteur implanté auprès du Tevatron, synchrotron de 1 TeV du Laboratoire Fermi (Fermilab), près de Chicago. C'est au Fermilab que fut découvert le quark top, en 1995.

DTL - *Drift Tube Linac*, petit accélérateur linéaire de protons de 11 MeV et de haute intensité, prototype de **Iphi**.

ELETTRA - Le SOLEIL italien, machine à rayonnement synchrotron implanté près de Trieste.

ESA - *European Space Agency*, agence spatiale européenne.

EXOGAM - Détecteur voué à l'étude des noyaux EXOTiques et de leur rayonnement GAMma.

FAIR - *Facility for Antiproton and ion research*, projet d'un dispositif producteur d'ions exotiques, au GSI (voir plus loin).

GANIL - *Grand accélérateur national d'ions lourds*, laboratoire mixte CEA-CNRS, implanté près de Caen.

GLAST - *Gamma Ray Large Area Space Telescope*. Lancé par la Nasa en 2007 et porteur d'un grand télescope (le **LAT**, *Large Area Telescope*) sensible aux rayons gamma d'énergie comprise entre 20 MeV et 300 GeV, il étudiera les sources gamma, pulsars, noyaux actifs de galaxies, vestiges de supernovae, ainsi que les sursauts gamma, la matière noire et le fond gamma diffus de la Voie Lactée. Le SAp participera à l'analyse de données.

GOLF - *Global Oscillations at Low Frequencies*, observatoire des oscillations de basses fréquences de toute la surface du soleil ; il est embarqué sur le satellite **SoHO** (*Solar and Heliospheric Observatory*, observatoire du Soleil et de l'héliosphère), dispositif d'observation des oscillations de la surface du Soleil en vue d'explorer l'intérieur de notre étoile dans le cadre de l'héliosologie (n° 50 et 63).

GSi - *Gesellschaft für Schwerionenforschung*, centre de recherche sur les ions lourds sis à Darmstadt, en Allemagne. Un « gross Ganil » outre-Rhin...

H1 - Collaboration internationale auprès du détecteur du même nom, implanté à Hera, le collisionneur positon-proton (n° 28) du laboratoire hambourgeois DESY (*Deutsches Elektronen-Synchrotron*). H1 mène des recherches sur la structure du proton, les interactions fondamentales entre particules et la physique au delà du Modèle standard.

HERSCHEL - C'est le nouveau nom de First (*Far infrared and submillimeter telescope*), satellite en construction de l'ESA destiné à étudier la formation des étoiles et des galaxies. Lancé en 2007 par Ariane 5, il observera l'émission infrarouge (entre 80 et 670 micromètres) des poussières entourant des galaxies très lointaines. Il portera entre autre les instruments **Pacs** (*Photoconductor Array Camera and Spectrometer*) et **Spire** (*Spectral and Photometric Imaging Receiver*).

IBIS - télescope embarqué sur le satellite Integral. Il porte la camera CCD **Isgri** (*Integral Soft Gamma Ray Imager*). Voir n° 52.

ILC - *International Linear Collider* projet international de collisionneur linéaire électron-positon.

ILL - *Institut Laue-Langevin*, centre de recherches neutroniques à Grenoble.

IN2P3 - *Institut national de physique nucléaire et de physique des particules*, partenaire CNRS du Dapnia.

IPHI - *Injecteur de Protons à Haute Intensité*. C'est un prototype de futurs accélérateurs de protons dans la gamme 1 GeV, 1 ampère, destinés à produire des neutrons de spallation pour la transmutation des déchets à vie longue.

IRM - *Imagerie par résonance magnétique nucléaire* issue des recherches sur la résonance magnétique nucléaire (RMN).

ISO - *Infrared Space Observatory*, satellite d'observation de rayonnements cosmiques infrarouge. Lancé en 1995, il portait la première caméra infrarouge spatiale (n° 20, 25, 34, 35, 36, 40 et 47).

ITER - *International Thermonuclear Experimental Reactor*, projet mondial pour domestiquer la fusion thermonucléaire, l'énergie des étoiles. Confiner magnétiquement, dans un volume réduit, le plasma, siège des réactions de fusion thermonucléaire requiert d'énormes champs magnétiques que seule permet la supraconductivité.

(3) Ainsi parrainé, le Senac a effectivement vu le jour le 1^{er} janvier 2005 (note de ScintillationS).

KABES - *Kaon Beam Spectrometer*, dispositif pour mesurer les caractéristiques du faisceau de mésons K de l'expérience NA 48 de mesure de la violation directe de CP (48, 55), au Cern.

LÉTI - *Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information*, au CEA Grenoble (DRT).

LHC - *Large Hadron Collider*, le futur plus puissant accélérateur de particules de la planète : deux faisceaux de protons de 7 téraélectronvolts (7 TeV), soit 7 000 milliards d'électronvolts (7 000 GeV) y tournent en sens inverse dans un tunnel circulaire de 27 kilomètres de tour.

MEGACAM - Grosse mosaïque de cameras CCD à très large champ placée en 2003 au foyer du télescope franco-canadien à Hawaï, qui apportera des lumières sur la distribution de la matière noire dans l'univers, l'évolution des galaxies lointaines et recherche des supernovæ très distantes (voir **SNLS**).

MICROMEGAS - *MICROMEsh Gaseous Structure*, détecteur conçu au Dapnia. Il constitue un perfectionnement considérable des chambres à fils, capable de traiter des centaines de milliards de particules par seconde. Il est implanté auprès de grandes expériences internationales comme Compass, au Cern (38, 55).

MUST - *MUR à STRips*, détecteur de particules légères de recul (protons, deutons etc.), implanté au Ganil en aval de Spiral (voir plus loin et le n° 53).

Nb₃Sn - Alliage de niobium et d'étain. Ses performances en font le matériau supraconducteur qui a actuellement le vent en poupe dans les câbles, aimants ou cavités accélératrices récents. À la température de l'hélium liquide ordinaire (4,2 kelvins), son champ magnétique critique (au-dessus duquel il cesse d'être supraconducteur) est de 28 teslas. Par comparaison, le champ magnétique des composants du LHC à son énergie maximale de 7 TeV est de 8,4 teslas. Cet alliage est une aubaine, entre autres, pour les fabricants d'aimants destinés à l'imagerie médicale (IRM). En effet, plus le champ magnétique utilisé est élevé, plus fine et précise est l'image.

N-TOF - Cette installation du Cern produit un faisceau de neutrons intense d'énergie comprise entre 1 eV et plus de 100 MeV. La mesure de l'énergie se fait par temps de vol (en anglais « Time Of Flight », d'où le « TOF »), sur une longueur de 187 mètres⁴. Ce dispositif est voué aux mesures de probabilités de fission d'« actinides mineurs⁵ », noyaux produits dans les réacteurs nucléaires. Ces mesures permettent de simuler des dispositifs électronucléaires innovants, plus sûrs et moins polluants.

NEUROSPIN - Futur centre de recherche voué aux neurosciences et à l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM). Conçu et principalement financé par le CEA, il sera implanté à Saclay. Le Dapnia y est fortement engagé de par son expertise en champs magnétiques très intenses, ce qui accroît le pouvoir de résolution de ce type d'appareillage. De quoi voir fonctionner en direct le cerveau dans ses moindres détails.

PSI - *Paul Scherrer Institut*, à Villigen près de Zürich. Ce laboratoire a un projet de machine à rayonnement synchrotron.

R3B - *Reactions with Relativistic Radioactive Beams*, collaboration européenne auprès du GSI (voir plus haut). **Glad** (*GSI Large Acceptance Dipole*) est un spectromètre à grande acceptance destinée à des expériences utilisant des faisceaux de noyaux exotiques.

RFQ - *Cavité Radio Fréquence Quadripolaire* de huit mètres de long, élément prototype du projet Iphi.

RHIC - *Relativistic Heavy Ion Collider*, collisionneur d'ions lourds relativistes dévolu à l'étude du plasma quark gluons. Il y est implanté entre autres le dispositif **Phenix** (*Pionnering High Energy Interaction eXperiment*). Voir le n° 61.

SAPHIR - *Saclay Aquitaine Photovoltaic cells for Isomer Research*, détecteur conçu pour des expériences de physique fondamentale, est utilisé depuis le printemps 2000 pour des expériences de fission dans le cadre de l'étude sur la transmutation des déchets nucléaires. Saphir est le fruit d'une collaboration entre le Dapnia (Sédi et SPhN) et l'IN2P3.

SIMBOL X - Projet européen de télescope spatial proposé au Cnes et conduit par le Dapnia/SAP. C'est un télescope travaillant en rayons X de 0,5 à 70 keV accessibles seulement dans l'espace, et porté par deux satellites : un pour le miroir, l'autre pour les détecteurs. Le télescope atteint ainsi une distance focale de plusieurs dizaines de mètres. Il offrira une précision d'image et une sensibilité plus de cent fois meilleure que les instruments actuels. Lancement prévu en 2011.

SNLS - *SuperNova Legacy Survey*, programme de détection et d'analyse de 2000 supernovæ auprès du télescope franco-canadien à Hawaï.

SPIRAL2 - Frère cadet de Spiral, *Système de production d'ions radioactifs en ligne* (n° 53) du Ganil (*Grand accélérateur national d'ions lourds*), à Caen. Spiral produit et accélère des noyaux radioactifs légers ; Spiral2 produira et accélérera des noyaux radioactifs plus lourds (fragments de fission).

SPL - *Superconducting Proton Linac*, projet d'accélérateur linéaire de protons de haute intensité, au Cern.

T2K - *From Tokai To Kamioka*, programme de recherches d'oscillations de neutrinos sur une « base de vol » de 295 kilomètres, distance qui sépare les deux laboratoires japonais de Tokai et de Kamioka.

VAMOS - *Variable Mode Spectrometer*, spectromètre installé au Ganil en aval de Spiral, voué à l'étude de noyaux exotiques (voir le n° 59).

VISIR - Acronyme de « VLT » *Imager and Spectrometer for [the] mid InfraRed*, conçu pour étudier poussières, comètes, planètes, noyaux actifs de galaxies via leur rayonnement infrarouge dans les gammes 8-13 et 17-24 micromètres.

VLT - *Very Large Telescope* de l'Observatoire européen austral (ESO), au Chili (20, 32, 63).

W7-X - Dispositif dit « Wendelstein 7X » de type *Stellarator*, enceinte toroïdale avec des bobines magnétiques créant directement un champ hélicoïdal, pour le confinement du plasma siège de la fusion nucléaire contrôlée.

XMM - *Xray Multi Mirror*, observatoire spatial de l'ESA (voir plus haut), lancé le 10 décembre 1999. cet ensemble de trois télescopes travaillant dans les domaines ultraviolet et X a déjà découvert et analysé des milliers de sources.

Liste non exhaustive dressée par Joël Martin (SPhN et ScintillationS)

(4) Connaissant la longueur du « vol » du neutron et sa durée, on en déduit sa vitesse et donc son énergie.

(5) Les actinides sont les éléments qui suivent immédiatement l'actinium (Z = 89) dans la classification de Mendeleïev. La série s'étend du thorium (Z = 90) au lawrencium (Z = 103). Les actinides dits « mineurs » sont des actinides transuraniens (plus lourds que l'uranium) produits dans les réacteurs nucléaires, principalement du neptunium (²³⁷Np), de l'américium (²⁴¹Am, ²⁴³Am), et du curium (²⁴³Cm, ²⁴⁴Cm, ²⁴⁵Cm). Les dispositifs électronucléaires du futur devront être capables de briser ces noyaux pour réduire la pollution radioactive qu'ils engendrent. Pour cela on cherche les probabilités (sections efficaces, en jargon de physicien) pour que des neutrons cassent ces noyaux ou les transmutent en noyaux moins ou pas du tout radioactifs. D'où l'intérêt de dispositifs comme N-TOF, auquel participe le Dapnia.

CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Jean ZINN-JUSTIN
COMITÉ ÉDITORIAL : Joël MARTIN (porte-parole),
Claire ANTOINE, François BUGEON, Rémi
CHIPAUX, Philippe CONVERT, Françoise
GOUIGNAUD, Christian GOUIFFES, Pierre
GUICHON, Christophe MAYRI, Alain MILSZTAJN,
Xavier-François NAVICK, Angèle SÉNÉ, Didier
VILANOVA

MAQUETTE : Christine MARTEAU

MISE EN PAGE : GRAPHOTEC

CONTACT : Joël MARTIN - Tél. 01 69 08 73 88 -

Fax : 01 69 08 75 84 - E-mail : jmartin@dapnia.cea.fr

<http://www-dapnia.cea.fr/ScintillationS/>

Dépôt légal avril 2005