



## ÉDITORIAL

Composé presque exclusivement de personnalités extérieures au département, le Conseil Scientifique du DAPNIA s'est réuni pour la première fois les 3 et 4 mars 1993, sous la présidence de James W. Cronin, professeur à l'Université de Chicago.

La présence de ces visiteurs, les exposés consacrés à nos activités et à nos projets, et les discussions qui ont suivi ont fait de ces deux journées un temps exceptionnellement fort de la vie du DAPNIA.

La prochaine réunion est prévue dans deux ans, mais peut-être serait-il bon de réduire la période séparant deux réunions successives.

Pendant les semaines qui ont suivi la réunion, un rapport a été rédigé (en anglais) par le président du Comité, à partir de contributions fournies par ses collègues; c'est un texte dense dont on sent que chaque mot a été pesé. Comme pour tout bon texte, il est préférable de le lire in extenso plutôt que de se contenter d'une version condensée ou d'extraits. C'est ce que ScintillationS vous propose aujourd'hui.

Ainsi chacun pourra prendre connaissance dans leur intégralité des appréciations, des questions, des suggestions et aussi des quelques réserves formulées par le Comité, et je crois qu'à un titre ou à un autre, chacun se sentira concerné par ce rapport.

A mes yeux, la question la plus importante qu'il soulève est celle de l'"unité intellectuelle" de notre département. Chacune des grandes composantes qui sont explicitées dans le nom que porte le département a son histoire, ses succès: (contributions scientifiques ou réalisations techniques), ses projets, et chacune d'entre elles est encore perçue, à l'extérieur du DAPNIA, comme une entité quasi-indépendante des autres. N'est-ce là qu'une impression?

L'avenir du DAPNIA dépendra beaucoup de la cohésion que nous parviendrons à développer entre ces composantes, car c'est là que réside, dans une large mesure, son originalité par rapport à de nombreux autres laboratoires de par le monde et sa force.

Jacques Haïssinski

## RAPPORT DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

**Dr Jacqueline BERGERON**  
Institut d'Astrophysique de Paris

**Dr Philippe QUENTIN**  
CENBG - Gradignan

**Dr Georgio BRIANTI**  
CERN

**Dr Richard E. TAYLOR**  
Prix Nobel de physique  
Stanford University

**Dr James W. CRONIN**  
Prix Nobel de physique  
The Enrico Fermi Institute  
The University of Chicago

**Dr René TURLAY**  
DAPNIA/Direction  
CE-SACLAY

**Dr Pierre DARRIULAT**  
CERN

**Dr Heinrich VÖLK**  
Max Planck Institut für  
Kernphysik  
HEIDELBERG

**Dr Claude DETRAZ**  
IN2P3 - CNRS

**Dr Thomas WALCHER**  
Institut für Kernphysik  
MAINZ

**Dr Enzo IAROCCI**  
Laboratoire de Frascati  
INFN

**Dr Bjorn WIJK**  
DESY - Hambourg

**Dr Rudolph MÖSSBAUER**  
Prix Nobel de physique  
Technische Universität  
MÜNCHEN



*Dans ce numéro double, ScintillationS publie in extenso le rapport du Conseil Scientifique du DAPNIA. Cette première évaluation par un comité international composé de personnalités scientifiques pour la plupart extérieures au CEA, est très importante pour l'avenir du département. La création du DAPNIA s'était effectuée avec une forte implication des personnels concernés. Les suites qui seront données à ce rapport dépendront aussi d'une telle implication.*

*Le conseil scientifique constate en particulier que si "l'union administrative" est dans l'ensemble réalisée, "l'union intellectuelle" reste à faire. ScintillationS, qui a vocation à être l'un des liens intellectuels entre les personnels du département, prendra toute sa part du travail dans ce domaine. C'est pourquoi nous avons estimé qu'il revenait à ScintillationS de publier ce rapport (qui peut être consulté dans sa version originale, en anglais, dans les services). Ayant ainsi pris connaissance des recommandations qu'il comporte, les personnels du DAPNIA pourront apprécier les suites qui lui seront données.*

*Le comité éditorial de ScintillationS*

## RAPPORT DU COMITÉ D'ÉVALUATION SCIENTIFIQUE

Département d'Astrophysique, de physique des Particules, de physique Nucléaire et de l'Instrumentation Associée

Direction des Sciences de la Matière  
Commissariat à l'Énergie Atomique

### Introduction

Il y a environ vingt ans l'Europe a repris sa place en tête de la science mondiale. Les effets dévastateurs de la seconde guerre mondiale avaient été surmontés. Pour un physicien des particules, ceci s'est manifesté de la façon la plus claire par la découverte des courants neutres de l'interaction faible par des physiciens européens à l'aide de la chambre à bulles Gargamelle, un instrument réalisé conjointement par le CERN et le CEA. En fait les scientifiques français ont pris une part très importante du progrès des trois champs couverts par notre évaluation du Département d'Astrophysique, de physique des Particules, de physique Nucléaire, et de l'Instrumenta-

tion Associée (DAPNIA) à Saclay. C'est aux résultats d'ensemble de la science française que les physiciens, ingénieurs et techniciens de Saclay ont apporté des contributions majeures.

Dans le domaine de la physique des particules, les physiciens de Saclay ont été engagés dans de nombreuses expériences au CERN et DESY qui ont conduit à l'unification des interactions faible et électromagnétique. Cette réussite fut le premier progrès vers l'unification des interactions fondamentales depuis que Faraday eut montré que l'électricité et le magnétisme ont une origine commune. Notables dans ce progrès furent la participation et le rôle moteur de Saclay au sein des équipes qui ont découvert les bosons W et Z auprès du collisionneur proton-antiproton du CERN. Importante aussi a été l'activité des physiciens de Saclay dans la confirmation des modèles des interactions électrofaible et forte au LEP. Il faut souligner que notre compréhension des interactions faible, électromagnétique et forte est extraordinaire, et les physiciens de Saclay ont contribué à ce succès.

La physique nucléaire est un domaine dans lequel les physiciens de Saclay ont été très actifs. Ils y prennent part avec une vue très large de la discipline et y incluent la structure du nucléon aussi bien que la structure du noyau. Dans la dernière décennie, ils ont sondé le noyau en grands détails à l'aide de l'accélérateur linéaire à électrons ALS. Plus récemment, une large fraction de l'activité de Saclay en physique nucléaire a fait usage des faisceaux de haute énergie de muons et de neutrinos au CERN. Ces études s'étendent maintenant à plus haute énergie pour sonder la structure du nucléon à HERA. On s'est aussi concentré sur l'étude des noyaux dans des conditions extrêmes, notamment au GANIL.

Les physiciens européens participent à la plupart des collaborations internationales qui étudient les problèmes d'astrophysique avec des vaisseaux spatiaux non habités. Les groupes de Saclay ont joué un rôle majeur dans beaucoup de ces collaborations. Dans une première phase, une grande part de leurs travaux concernait l'étude des rayons cosmiques et la détection des rayons gamma de haute énergie en provenance de sources astrophysiques. A noter parmi leurs réalisations expérimentales le satellite HEAO-C qui a utilisé des techniques novatrices de détection des rayons cosmiques, et le satellite COS-B qui a fourni la pre-

mière vue de sources de rayons gamma de haute énergie. Au fil des ans, le groupe d'atmosphérique a graduellement élargi le champ de ses compétences à l'astronomie des rayons X et infrarouge. Le programme expérimental a bénéficié de l'appui d'un fort groupe théorique aussi bien pour l'interprétation des résultats que pour la conception de nouvelles expériences.

Les services techniques de Saclay ont joué un rôle crucial dans l'obtention des résultats scientifiques mentionnés ci-dessus. Les équipes techniques, travaillant avec leurs collègues scientifiques, ont mis à la disposition des programmes expérimentaux de Saclay des instruments de la plus haute qualité. De plus Saclay a acquis une réputation internationale dans la construction d'aimants supraconducteurs de haute performance. Saclay a été un concepteur de premier rang au niveau mondial de quadripôles supraconducteurs pour les projets d'accélérateurs.

En résumé, Saclay a été au cœur de nombreux succès obtenus dans les domaines scientifiques que nous avons mentionnés. Crucial pour ces succès, a été le support technique de très haut niveau dont ont bénéficié les chercheurs de Saclay.

### La création du DAPNIA

Avant de passer en revue plus en détails les programmes des différentes composantes du DAPNIA, nous commenterons la formation de ce département. Ce fut une initiative osée que de rassembler trois disciplines qui commencent à poursuivre des recherches dans des domaines liés, parce qu'elles ont des objectifs intellectuels communs. Dans certains exemples les techniques de recherche d'un domaine ont été adoptées par un autre et il y aura des bénéfices à tirer d'un gisement commun de talents en technique et en ingénierie. Nous admirons la direction de la DSM d'avoir entrepris cette réorganisation qui, si elle aboutit, peut être un modèle pour d'autres institutions. Il y a déjà des intérêts communs aux frontières des trois domaines que l'on est en train de réunir. Entre l'astrophysique et la physique des particules se trouvent les recherches de matière sombre. S'agit-il de matière ordinaire ou de matière exotique ? C'est une question d'intérêt pour les deux disciplines. Entre l'astrophysique et la physique

nucléaire se trouvent les questions des processus nucléaires à l'œuvre dans les objets astrophysiques et qui peuvent être mesurés en laboratoire. Et il y a des questions d'intérêt commun entre les physiciens nucléaires et les physiciens des particules concernant la sous-structure du nucléon et son rôle dans les propriétés de la matière nucléaire.

Administrativement l'union des trois disciplines scientifiques dans un même département a été réalisée. Nous souhaitons commenter un certain nombre d'aspects de cette union qui ont été portés à notre attention au cours de nos discussions avec le chef du département, avec les chefs de service et dans des discussions informelles avec les physiciens et ingénieurs du DAPNIA. C'est la première fois que notre comité examine cette nouvelle organisation et nous sommes tout-à-fait conscients que notre compréhension d'une situation complexe peut être imparfaite. Néanmoins, il y a un accord général sur un certain nombre d'observations.

Alors que l'union administrative est

réalisée, l'union intellectuelle reste un but à atteindre. Alors qu'il y a des intérêts communs aux différents services, chacun poursuit sa ligne principale de recherche. Si l'union doit être un succès, même ces lignes principales devraient en tirer un bénéfice. Des contacts plus étroits entre les services devraient être encouragés et des migrations de chercheurs à titre individuel au travers des frontières devraient être rendues possibles en fonction des occasions qui se présentent et de l'intérêt scientifique. A cet égard nous notons que la dispersion géographique des trois services scientifiques est un handicap à l'union intellectuelle, et suggérons que ces groupes soient rassemblés dans un futur proche. En attendant, tous les efforts doivent être entrepris pour exposer chacune des disciplines aux autres dans le cadre de séminaires communs, de groupes d'études et d'ateliers de travail. Le chef du DAPNIA et les chefs de service ont à cet égard une lourde responsabilité.

Dans le développement de l'unité intellectuelle, le chef du DAPNIA et les chefs de service doivent être sen-

sibles à la crainte de nombreuses personnes de voir un des services dominer les deux autres. De fréquentes discussions informelles entre le chef de département et les chefs de service peuvent dissiper ces craintes, mais de nouvelles procédures administratives pourraient aussi être nécessaires.

Une autre préoccupation concerne l'attribution des ressources techniques qui doivent être gérées de manière équitable. Une évaluation de l'efficacité du regroupement des équipes de techniciens et ingénieurs dans un pool commun devrait être faite après un certain temps. Nous notons que le service d'astrophysique a retenu l'essentiel de ses équipes techniques. Si cette disposition continue à être appropriée, d'autres groupes ne pourraient-ils pas travailler plus efficacement avec une équipe technique qui leur serait associée de manière permanente ?

Nous notons que, de plus en plus, les scientifiques du DAPNIA travaillent en étroite collaboration avec d'autres groupes français appartenant à l'IN2P3, à l'INSU et au CNES. S'il est



Vue générale de l'assemblée

vrai que l'indépendance du DAPNIA est un atout majeur, sa politique scientifique doit être coordonnée avec celle des autres organismes.

Etant donné que le DAPNIA est partie intégrante du CEA, il peut être raisonnable que quelques groupes se voient donner l'occasion de contribuer intellectuellement aux problèmes qui sont la raison d'être du CEA. Un exemple de ce type de problèmes concerne le traitement des déchets nucléaires. La technique de conversion des radio-isotopes de longue durée de vie en radio-isotopes de courte durée de vie n'est pas encore économiquement faisable. Ce domaine particulier pourrait néanmoins mériter un effort substantiel de recherche compte tenu de son importance de portée mondiale.

Finalement, un établissement scientifique se porte bien quand il reçoit un flux constant de visiteurs et quand il a la possibilité d'accueillir des boursiers post-doctoraux pour des durées limitées. Nonobstant les difficultés légales de certaines de ces suggestions, tous les efforts doivent être entrepris pour accroître ces possibilités. Tant qu'une partie du DAPNIA se trou-

vera dans la partie du site à accès réglementé, il serait bon de faciliter l'accès aux visiteurs qui ne se seraient pas annoncés à l'avance.

### Les trois composantes de recherche du DAPNIA

#### Astrophysique

La croissance de l'astrophysique (Sap) au sein du CEA a été remarquable. Les premières compétences de ce service portaient sur la physique des rayons cosmiques et sur l'astronomie des rayons gamma. Ces travaux ont été tant théoriques qu'expérimentaux. Les différentes expériences entreprises par le Sap ont tout naturellement conduit à des études globales et à une compréhension plus profonde des phénomènes de base tels que la formation des étoiles, l'évolution des galaxies et amas de galaxies et ont été mises en valeur par une interprétation détaillée et des travaux théoriques sur ces sujets faits par les astronomes du Sap.

Le Sap s'est fortement impliqué dans

l'astronomie infrarouge (IR) à partir d'expériences en ballon et d'observations au sol. Il construit actuellement la camera IR ISOCAM, l'un des quatre instruments du plan focal du satellite ISO qui doit être lancé par l'ESA en 1995. Il y a eu en parallèle le développement d'une caméra à 10 microns actuellement utilisée dans des télescopes au sol.

Dans le cadre du programme d'études à plusieurs longueurs d'ondes d'objets astronomiques choisis (par exemple les nuages interstellaires et les sites de formation d'étoiles, les galaxies ultralumineuses IRAS et leur relation avec l'évolution des galaxies), cette caméra fournit des informations cruciales pour la préparation du programme d'observation ISO. Le Sap sera bien placé dans l'astronomie IR quand ISO deviendra opérationnel grâce à ses excellentes relations avec les groupes qui, de par le monde, ont des intérêts similaires. La participation du Sap à la mission FIRST de l'ESA (Far Infrared and Submillimeter Telescope, dans la gamme de 100 à 650 microns) est un prolongement naturel d'ISOCAM. A 100 microns FIRST aura une résolution spatiale dix fois meilleure



que celle d'ISO. Avant le lancement de FIRST dans les premières années 2000, le SAP pourrait participer à d'autres expériences similaires au moyen de coopérations bilatérales.

En astronomie X, la participation du SAP, au début des années quatre-vingt, dans les expériences de la fusée SAO a conduit à l'étude directe du milieu chaud interstellaire de notre galaxie et à la découverte inattendue d'activité X dans les étoiles jeunes. Ce programme s'oriente maintenant vers la physique extra-galactique, en particulier la phase de gaz chaud à l'intérieur des amas de galaxies. Centrale pour ces études est la participation à la construction de la caméra EPIC pour la mission XMM de spectroscopie X de l'ESA, qui doit être lancée en 1999. Le SAP a plusieurs programmes en tant qu'observateur invité sur le satellite allemand ROSAT d'observation X.

En astronomie gamma, l'intérêt s'est récemment déplacé vers de plus basses énergies (de 100 à 1000 keV environ) avec l'expérience SIGMA sur le satellite russe GRANAT. SIGMA utilise une technique de masque codé pour obtenir, pour la première fois, des images à ces énergies et elle ouvre un nouveau domaine de recherche. Les principaux phénomènes qui interviennent sont l'activité stellaire, les disques d'accrétion, les émissions directes à partir d'étoiles et phénomènes transitoires stellaires. En prolongement d'un intérêt à long terme pour les rayons cosmiques dans la gamme du MeV, le DAPNIA devrait se joindre à la mission INTEGRAL qu'envisage l'ESA, mission consacrée principalement à l'astronomie gamma dans la région du MeV.

L'astronomie gamma au sol à de beaucoup plus hautes énergies (au moins 300 GeV) a été pratiquée dans les Pyrénées avec l'expérience ASGAT. Ce domaine a remporté des succès récents à l'observatoire Whipple aux Etats Unis avec l'observation et d'une source galactique (la nébuleuse du Crabe) et d'une source extra-galactique (AGN Markarian 421). ASGAT a aussi été capable d'observer la nébuleuse du Crabe, mais des améliorations significatives seraient à effectuer pour que ASGAT reste compétitive dans ce domaine en expansion.

L'intérêt pour les rayons cosmiques s'est prolongé avec l'instrument KET sur Ulysse qui est maintenant en orbite et qui va passer au dessus du pôle nord du Soleil. On a déjà observé les électrons piégés dans le champ magnétique de Jupiter et l'on attend avec impatience la mesure des rayons

cosmiques en dehors du plan de l'écliptique. Le SAP participe au développement d'instruments pour deux futures expériences spatiales : CIRS, un spectromètre infrarouge pour la sonde Cassini, pour étudier Saturne et Titan, et GOLF à bord de SOHO qui doit mesurer les oscillations globales de basse fréquence du Soleil, en complément des résultats de l'expérience sur les neutrinos solaires GALLEX.

La construction d'un télescope à grand champ de 2,5 mètres qui sera situé sur le même site que le VLT au Chili est l'un des nouveaux projets majeurs qui intéresse à la fois les astrophysiciens et les physiciens des particules du DAPNIA. Le télescope sera utilisé pour les recherches de matière sombre, les mesures de la distribution des galaxies et des amas de galaxies dans l'Univers, la recherche de supernovæ et d'autres programmes. Le DAPNIA collabore à ce projet avec d'autres laboratoires en France et en Europe. C'est un bon exemple de l'union intellectuelle qui est souhaitable à l'intérieur du DAPNIA.

Les activités futures du service d'astrophysique dépendent de nombreuses décisions complexes qui ne sont pas du ressort du DAPNIA ni du CEA. Les décisions qui seront prises par la NASA et l'ESA auront de fortes implications sur l'avenir du domaine, et il faudra se préparer à un ensemble de programmes possibles. Il y aura aussi des choix internes à faire, en particulier au sujet des programmes qui partagent des intérêts communs avec d'autres services du DAPNIA. A notre avis de tels projets communs doivent être encouragés mais pas imposés. La qualité du service d'astrophysique est excellente et cette qualité doit être préservée au travers des changements administratifs et des restrictions budgétaires.

### Physique des particules

Les physiciens du DAPNIA sont impliqués dans nombre d'expériences parmi les plus importantes en physique des particules. Ils participent à trois des quatre expériences du LEP, le grand collisionneur électron-positon du CERN. Des contributions techniques significatives à ces trois détecteurs du LEP ont été faites par le DAPNIA pendant la phase de construction, dont la moindre n'est pas la construction d'une grande bobine supraconductrice pour ALEPH,

(financée par le budget de la collaboration plutôt que par le seul CEA). Depuis la mise en service du LEP, approximativement 35 physiciens du DAPNIA prennent part à l'acquisition et l'analyse des données. Cette activité constitue une contribution significative aux efforts expérimentaux au CERN. Les expériences du LEP ont confirmé avec une haute précision la théorie électrofaible. La découverte qu'il y a trois et seulement trois types de neutrinos légers est un résultat d'importance fondamentale aussi bien pour la physique des particules que pour l'astrophysique, étant donné que les neutrinos jouent un rôle essentiel dans l'univers primordial.

Les physiciens du DAPNIA participent à la collaboration DØ auprès du collisionneur de Fermilab aux Etats Unis. Cette expérience recherche le quark manquant "top" qui est requis par la théorie actuelle qui contient trois familles complètes de quarks et de leptons. Les physiciens du DAPNIA ont fourni l'un des systèmes de détection essentiel à l'identification de ce quark manquant.

Les physiciens du DAPNIA continuent à étudier la violation de la symétrie CP, découverte pour la première fois il y a vingt-huit ans aux Etats Unis. Cet effet est peut-être relié à l'évolution de l'Univers dominé par la matière et il est d'importance astrophysique. L'origine de cette violation est inconnue et une nouvelle expérience au CERN est programmée avec l'espoir (mais pas la certitude) de trouver cette origine. Le porte-parole de cette expérience est un physicien du DAPNIA et le DAPNIA fournit une part majeure des éléments matériels de l'expérience.

Les physiciens du DAPNIA collaborent à plusieurs expériences qui explorent la structure du nucléon. Plusieurs d'entre elles impliquent des équipes des deux services de physique des particules et de physique nucléaire du DAPNIA. L'effort le plus important est dans la collaboration H1 à HERA, où les physiciens et ingénieurs du DAPNIA ont joué un rôle significatif dans la gestion de la collaboration, la construction du détecteur et la construction de l'accélérateur lui-même. Un physicien du DAPNIA est le porte-parole de l'expérience qui devrait continuer à fonctionner pendant plusieurs années.

Les physiciens du DAPNIA prennent part à la construction d'une nouvelle expérience au CERN. Cette

expérience doit rechercher les oscillations de neutrinos d'un type à un autre. Un résultat positif signifierait qu'au moins l'un des neutrinos impliqués dans le processus a une masse finie, ce qui pourrait expliquer la matière sombre dans l'Univers. Nous avons ici un autre exemple d'une expérience de physique des particules qui a rapport avec un problème fondamental d'astrophysique.

Un certain nombre de physiciens du DAPNIA font des recherches directes de matière sombre sous la forme de naines brunes, accumulations de matière de masse trop faible pour que la combustion nucléaire s'y produise. La méthode utilisée est l'effet de lentille gravitationnelle que produit l'objet obscur quand il est proche de la ligne de vue d'une étoile de fond. Les physiciens des particules ont adopté les techniques des astronomes, et de plus ils apportent à ce problème leur expérience du traitement de grands volumes de données.

Enfin les physiciens du DAPNIA sont partie prenante de la grande collaboration européenne GALLEX qui observe les neutrinos produits dans le Soleil. Une expérience pionnière aux Etats Unis a démontré que le flux de neutrinos en provenance du Soleil est inférieur par un facteur deux aux prédictions des modèles solaires. L'expérience GALLEX permet une approche nouvelle du problème avec un détecteur sensible à une plus grande fraction du spectre des neutrinos. Par cette expérience on espère être en mesure de trancher entre la nécessité d'améliorer le modèle solaire et la perspective, plus excitante, d'effets nouveaux en physique des particules.

Les physiciens du DAPNIA engagés en physique des particules auprès d'accélérateurs lointains ont un style de recherche similaire à celui des groupes utilisateurs de par le monde, mais avec un caractère particulier provenant du fort support technique et d'ingénierie disponible au DAPNIA. Cette force technique fait que les physiciens du DAPNIA sont les bienvenus dans la plupart des collaborations, même si leur nombre est plutôt faible. Ces physiciens doivent se préoccuper de la construction technique et, en conséquence, ont moins de temps pour se préparer à l'analyse. Nous ressentons que certains éléments du programme de physique sont un peu trop dispersés et qu'il est difficile pour certains des groupes parmi les plus petits d'avoir un impact majeur dans l'expé-

rience au delà de la contribution à la réalisation des détecteurs. A l'avenir ce pourrait être un avantage pour les groupes du DAPNIA de se concentrer sur un plus petit nombre d'expériences de façon à avoir un plus grand impact global sur chaque expérience.

Le DAPNIA représente une force significative dans le domaine de la physique des particules et il est apprécié dans cette communauté. Il est significatif que les physiciens du service de physique des particules aient déjà choisi des problèmes qui portent à la fois sur la physique des particules et l'astrophysique. C'est un pas en direction de l'unité intellectuelle souhaitée au DAPNIA.

Les domaines qui ont été regroupés au sein du DAPNIA exigent tous une planification s'étendant sur au moins une décennie. Une fraction des activités présentes du DAPNIA en physique des particules vise directement, comme il se doit des expériences du futur à long terme. Du fait que la France est l'un des Etats qui hébergent les installations du CERN, et aussi l'un des membres les plus importants de cette organisation, il y a des occasions particulières et des obligations particulières pour les physiciens français qui travaillent dans ce laboratoire. Il n'est pas surprenant que l'effort le plus important pour les projets futurs des physiciens des particules du DAPNIA soit orienté vers les détecteurs et expériences auprès des collisionneurs proton-proton proposés au CERN (LHC) et aux Etats Unis (SSC). Les problèmes techniques auxquels il faut s'attaquer pour la conception de tels détecteurs sont des défis et le DAPNIA est bien placé pour faire de très importantes contributions. Des efforts significatifs sont aussi entrepris en R&D d'accélérateur pour le LHC. Ces efforts dépendent l'un comme l'autre de la compétence avérée des services techniques du DAPNIA. Le DAPNIA pourrait bien être un facteur encore plus important pour le succès d'ensemble du programme LHC que ce ne fut le cas pour le LEP. Une pleine participation à la recherche au LHC exigera de loin plus de ressources financières que celles disponibles actuellement, mais il ne faut pas oublier que la physique des particules n'est pas la seule activité d'excellence parmi celles couvertes par le DAPNIA, et que donc de nouvelles ressources seront nécessaires si l'on veut que le DAPNIA contribue pleinement au programme LHC.

## Physique nucléaire

Bon nombre des activités du Service de physique nucléaire relèvent d'une vision large de cette discipline. Celle-ci n'est plus perçue comme étant limitée à la physique du noyau atomique composé de nucléons et limitée aux basses énergies. Il faut plutôt traiter le noyau comme un système lié de hadrons qui comprennent les nucléons, les états excités de ces particules, les hypérons et les mésons. Il s'ensuit que les recherches en physique nucléaire portent aussi sur la structure interne des hadrons qui sont eux-mêmes des systèmes complexes faits de quarks et de gluons. On peut dire que les physiciens nucléaires étudient des systèmes complexes, alors que les physiciens des particules s'intéressent aux constituants fondamentaux (quarks et gluons) et à leurs interactions. La frontière entre les deux champs n'est pas marquée et c'est là l'une des justifications de la création du DAPNIA.

C'est dans ce cadre élargi de la physique nucléaire que s'inscrivent les activités des physiciens du DAPNIA. La mesure des fonctions de structure dépendant du spin du nucléon en utilisant un faisceau de muons polarisés au CERN en fournit un excellent exemple. Cette étude sera prolongée par celle de la distribution des constituants portant une faible fraction de la quantité de mouvement d'un nucléon dans l'expérience H1 auprès de HERA mentionnée plus haut. Le domaine des facteurs de forme des nucléons est voisin de celui-là. Ces facteurs de forme sont liés à la structure spatiale des constituants du nucléon. Une ligne de recherche intéressante a permis de répondre à la question suivante : le nucléon est-il de taille plus grande lorsqu'il est lié au sein d'un noyau? Un groupe du DAPNIA a fait récemment une expérience pour mesurer la taille d'un nucléon à l'intérieur d'un noyau de  $^4\text{He}$  et n'a pas observé de différence avec celle d'un nucléon libre. Certaines questions posées par la structure du nucléon ne trouveront de réponse que par l'étude exclusive ou semi-exclusive de la diffusion d'électrons auprès d'une machine ayant un cycle utile de 100%. C'est ce qui pousse les physiciens du DAPNIA à aller travailler auprès de l'accélérateur CEBAF aux Etats Unis.

Ce programme représente un effort cohérent du DAPNIA auquel physiciens nucléaires et physiciens des par-

ticules participent ensemble. Le DAPNIA a contribué de façon majeure à ces expériences qui cherchent à mettre en évidence plus clairement les relations entre deux aspects de la matière nucléaire, celui des quarks et des gluons (les constituants) et celui des baryons et des mésons (les hadrons).

Un autre programme des physiciens du DAPNIA, nettement distinct du précédent, est celui de l'étude du noyau dans diverses conditions extrêmes, telles que le niveau d'excitation, la déformation, et l'éloignement par rapport à la ligne de stabilité. Certaines lignes de recherche portent sur les états très déformés de bas spin. Ces expériences sont effectuées actuellement avec le tandem post-acceléré de Saclay mais on peut penser qu'elles devront être poursuivies auprès d'autres machines mieux adaptées. Le futur de ces recherches sur les noyaux dans des conditions extrêmes exigeant une machine européenne fournissant des faisceaux radioactifs. Une telle machine permettrait de mieux comprendre la structure nucléaire et trouverait des applications dans le domaine de l'astrophysique.

A GANIL, le DAPNIA a joué un rôle important dans la construction du détecteur INDRA, un multidétecteur de particules chargées et de noyaux. Ce sera un outil essentiel pour l'étude des modes de décroissance de la matière nucléaire chaude et comprimée. Les physiciens du DAPNIA doivent continuer à contribuer activement à ce programme.

Les recherches avec la sonde électromagnétique appartiennent à une longue tradition des physiciens nucléaires de Saclay. Ils proposent d'entreprendre en 1995 un grand programme auprès du CEBAF, ainsi que cela a été mentionné plus haut, ainsi qu'auprès de machines européennes. L'utilisation optimale de ces machines devra être l'objet d'un programme soigneusement défini. Le Comité a été surpris de constater que, dans leurs exposés, les physiciens nucléaires aient peu fait état du projet d'accélérateur de 15/30 GeV à faisceau continu qui est l'objet de discussions en Europe. Il nous semble que le DAPNIA, avec ses physiciens nucléaires et son excellent programme de R&D sur les cavités supraconductrices, devrait jouer un rôle majeur dans ce projet européen. Il serait très souhaitable que des discussions entre physiciens nucléaires et physiciens des particules au sein d'un groupe de travail contribuent à établir de solides bases scientifiques pour cette machine.

Nous observons aussi qu'alors que SATURNE est situé juste à côté, il n'a pas été fait mention de cet accélérateur au cours des exposés. Il nous semble que le DAPNIA devrait préciser sa position vis-à-vis du futur de cet accélérateur. Le département devrait préciser aussi sa politique sur l'avenir du tandem post-acceléré.

### La technologie des supraconducteurs

Le laboratoire de Saclay a un long passé, marqué par de très nombreux succès, dans le domaine de la supraconductivité. Les groupes impliqués constituent maintenant deux Services du DAPNIA : le STCM qui travaille sur les aimants supraconducteurs, et le SEA qui travaille sur les cavités RF supraconductrices.

Les groupes du STCM font de la R&D sur les aimants supraconducteurs depuis des années, et ils ont un passé enviable au cours duquel ils ont utilisé leur expérience étendue dans un vaste domaine d'applications : en physique nucléaire et des hautes énergies, dans le domaine du rayonnement synchrotron, dans le domaine médical et celui de la physique des plasmas. Le STCM a conçu les quadripôles de HERA, construit des prototypes, et dirigé avec succès la fabrication en série par l'industrie. Il a conçu et construit un certain nombre de grands solénoïdes pour des détecteurs fonctionnant auprès de collisionneurs. Le Service conçoit actuellement des quadripôles tant pour le LHC que pour le SSC. Il procède également à des études d'aimants pour les détecteurs LHC.

Les physiciens et les techniciens du STCM (avec les installations du service destinées à la construction et aux tests) représentent un précieux atout pour de nombreuses branches scientifiques.

Le Service du SEA a de l'expérience dans la construction et la mise en œuvre d'accélérateurs supraconducteurs. Leur installation prototype, MACSE, détient le record mondial du champ accélérateur moyen dans des cavités supraconductrices. Son expertise trouve des applications directes dans les problèmes que pose un accélérateur de 15 GeV à faisceau continu. Récemment, le Service est devenu l'un des participants majeurs d'une nouvelle collaboration internationale qui étudie la construction d'un collisionneur linéaire supra-

conducteur à électrons et positrons.

Le STCM et le SEA jouissent tout deux d'une remarquable réputation internationale, et chacun d'eux est susceptible de procéder à des R&D qui étendraient le champ d'application de la superconductivité tant dans les domaines scientifiques qu'industriels.

### Les Services d'électronique et de mécanique.

Les services techniques qui conçoivent l'électronique et la mécanique pour les physiciens sont bien adaptés à la construction de ces instruments tout à la fois grands et complexes dont les physiciens ont besoin. La qualité des instruments construits par ces services techniques pendant ces dernières décennies a été reconnue dans le monde entier. Par l'expérience qu'ils ont acquise, ces groupes sont bien placés pour jouer un rôle de premier plan dans le développement de la prochaine génération de détecteurs qui sont nécessaires pour le LHC. Ces détecteurs seront considérablement plus grands que ceux du LEP et exigeront une électronique dont la vitesse, le nombre de voies et la résistance au rayonnement seront de très loin supérieures à celles exigées jusqu'à ce jour.

Les relations entre ces groupes et les physiciens du DAPNIA sont bonnes. A l'avenir, si l'équilibre entre le nombre d'agents ayant une haute qualification et ceux de qualification plus standard devait évoluer, il faudrait veiller à préserver, voire accroître, le nombre d'ingénieurs de haut niveau. Tout en maintenant le personnel nécessaire pour effectuer les tâches requises par la construction de détecteurs, un potentiel humain doit être préservé pour développer des techniques nouvelles afin de pouvoir offrir des solutions innovantes lorsque de nouveaux défis se présenteront.

### Commentaires sur le budget et le personnel du DAPNIA

Il nous semble que quelques commentaires doivent être faits sur l'évolution du budget et du personnel du département. Si le regroupement les trois services de recherche en un seul département répond à une logique, il a aussi été dit qu'un département unique devrait conduire à une utilisation plus efficace de son potentiel technique et d'ingénierie. La ten-

dance actuelle est de réduire le personnel du DAPNIA ainsi que son budget. Nous notons que son personnel a baissé d'environ quarante personnes par an ces dernières années et que le budget a baissé d'environ 7% entre 1991 et 1992.

On nous a fait savoir que les réductions supplémentaires porteraient plutôt sur les techniciens de l'Annexe II mais que le nombre d'ingénieurs resterait constant. La qualité de la science faite par les physiciens du DAPNIA s'appuie largement sur l'excellent soutien technique dont ils bénéficient. Même faites sur le nombre d'agents de l'Annexe II, des réductions affecteront ce soutien. Des pertes dans l'Annexe II peuvent être compensées par l'appel à des intérimaires ou à la sous-traitance dans l'industrie des activités de construction, mais seulement si des crédits sont disponibles pour cela.

Si des départs à la retraite d'agents hautement qualifiés ne sont pas l'objet de remplacements effectués suffisamment en avance, la qualité du travail scientifique du DAPNIA en souffrira et le potentiel technique du DAPNIA sera très diminué. A titre d'exemple, des initiatives en ce sens doivent être prises dans le STCM où plusieurs ingénieurs ayant une expérience unique vont prendre très bientôt leur retraite.

Nous ne pouvons pas estimer le coût de tous les projets qui nous ont été présentés, mais il est clair qu'un budget en baisse ne permettra pas d'assurer la réalisation de tout ce qui est visé. Le problème le plus sérieux sera celui du coût de la participation à la construction de détecteurs pour le LHC. Alors que cette participation est importante pour l'avenir du DAPNIA et pour les détecteurs du LHC, il est important aussi que le DAPNIA poursuive un programme qui ait de nombreuses facettes et qui contribue à la diversité des activités du laboratoire.

### Conclusions

Nous ne concluons pas par des recommandations. Nos opinions ont été présentées tout au long de ce rapport. L'essentiel de nos conclusions peut se résumer de la façon suivante :

- La qualité scientifique du département est excellente pour l'essentiel.
- Dans certaines grandes collabo-

lations de physique des particules, la contribution des physiciens du DAPNIA à l'analyse est sous-critique.

- En matière de réalisations techniques, le département a une renommée mondiale.

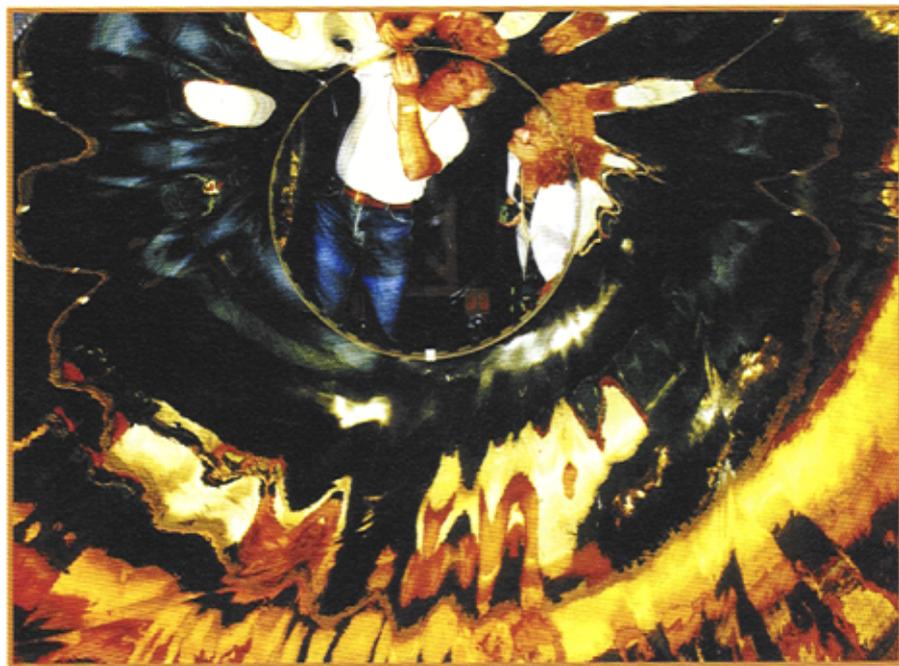
- Cette force du département est menacée si la réduction des effectifs n'est pas gérée avec soin.

- Le regroupement des services de recherche a été accompli sur le plan administratif.

- La création d'une unité intellectuelle plus profonde reste une tâche majeure pour le chef de département et les chefs de service.

- Un budget en baisse exigera une réduction du nombre de programmes de recherche pour maintenir la qualité et le rôle moteur du département, mais la diversité des recherches doit être préservée.

## Photo primée



Intérieur de la grande chambre à fils de l'expérience "CP Lear" au CERN. Ce cliché de Jean-Jacques BIGOT (DAPNIA/SGPI) vient d'obtenir le premier prix de la meilleure photo scientifique au concours inter-centre qu'a organisé le CEA en vue de se constituer une photothèque.

### VA-ET-VIENT

1er janvier 1993: Bernard FABBRO (SPhN) est muté au SPP.

4 janvier: Pierre MARGUERITE est recruté au Sap; le 6, c'est au tour de Franck QUATREHOMME.

1er février: Jean-Eric DUCRET, ancien thésard au SPhN est recruté dans ce service.

1er mars: Salvatore DI MARCO (SGPI) part en retraite et Alain BLOT (SGPI) est muté à Osiris.

8 mars: Christian GOUIFFES est recruté au Sap.

1er avril: Fabrice FEINSTEIN (SPhN) est muté au SPP et Jacky BENICHOU (STCM) part en retraite.

1er mai: May COURTOT (SGPI) part en retraite et le 3, Jean-Michel REY est recruté au STCM.

1er juin: Edouardo MAZZUCATO (SPhN) est muté au SPP, Benoit FACELINA-BENDA est titularisé au STCM et André PATOUX, ancien chef du STCM est maintenu comme conseiller scientifique.

### CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

#### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :

Jacques Haissinski

#### COMITÉ ÉDITORIAL :

Françoise Auger, Pierre Besson, Daniel Bonnerue, Michel Bourdinaud, François Bugeon, Gilles Cohen-Tannoudji, Bertrand Cordier, Odile Lebey, Elizabeth Locci, Joël Martin, Thierry Montmerle,

#### RÉDACTION :

Maryline Albéra

#### MAQUETTE ET MISE EN PAGE :

Henry de Lignières

Dépôt légal juillet 1993