

## LE DAPNIA A DALLAS

*Physiciens sans frontières aux frontières de la physique*

**Le DAPNIA participe à la collaboration SDC (Solenoidal Detector Collaboration), qui doit réaliser des expériences auprès du supercollisionneur américain SSC (Superconducting SuperCollider) en projet à Dallas. Quelle est la motivation de cette participation ? Comment s'intègre-t-elle dans la politique scientifique du département ? Telles sont les questions auxquelles cet article tentera d'apporter des éléments de réponse.**

**Un enjeu qui relève de la raison d'être du DAPNIA**

L'article de Bruno Mansoulié dans le numéro 3 de ScintillationS, d'avril 1992 avait bien expliqué les enjeux de physique des projets de collisionneurs européen (LHC) et américain (SSC). Il est donc possible aujourd'hui de se contenter d'un simple rappel. L'histoire récente de la recherche fondamentale nous apprend que souvent la recherche concrète est amenée à se concentrer sur une question scientifique qui apparaît cruciale, déterminante. Ainsi, en physique des particules, pendant les années soixante-dix et quatre vingt, la question cruciale concernait les particules que l'on appelle les bosons intermédiaires de l'interaction faible. C'est à l'occasion des recherches concernant ces particules que l'Europe a conquis la première place dans le monde : en 1973, la découverte au CERN des courants neutres, ouvrait la voie à une théorie unifiée des interactions électromagnétique et faible ; la découverte des bosons intermédiaires  $W^+$ ,  $W^-$  et  $Z$ , en 1983 à l'aide du collisionneur proton-antiproton du CERN, plaçait l'Europe en tête dans la discipline et garantissait l'efficacité future du collisionneur LEP, alors en construction : entré en service en 1989, ce collisionneur, véritable "usine à bosons intermédiaires", nous permet de confronter à l'expérience les prédictions du fameux "modèle standard" des particules élémentaires et des interactions fondamentales. Les résultats de cette confrontation nous permettent d'ores et déjà de valider le cadre théorique du modèle standard, la théorie quantique des champs, mariage de la théorie de la relativité restreinte et de la théorie des quantas.

En même temps que se développait la physique des bosons intermédiaires, commençait à surgir la question qui, maintenant

est la question cruciale, celle de la brisure de la symétrie électrofaible. On sait qu'une des grandes avancées permises par le modèle standard est l'unification des interactions électromagnétique et faible. On entend par là la découverte de propriétés de symétrie communes à ces deux interactions fondamentales. Mais ces propriétés communes sont complètement dissimulées derrière des différences qui sautent aux yeux quand on étudie ces deux interactions (différences d'intensité et de portée notamment). Toute la subtilité du modèle standard réside précisément dans la décou-

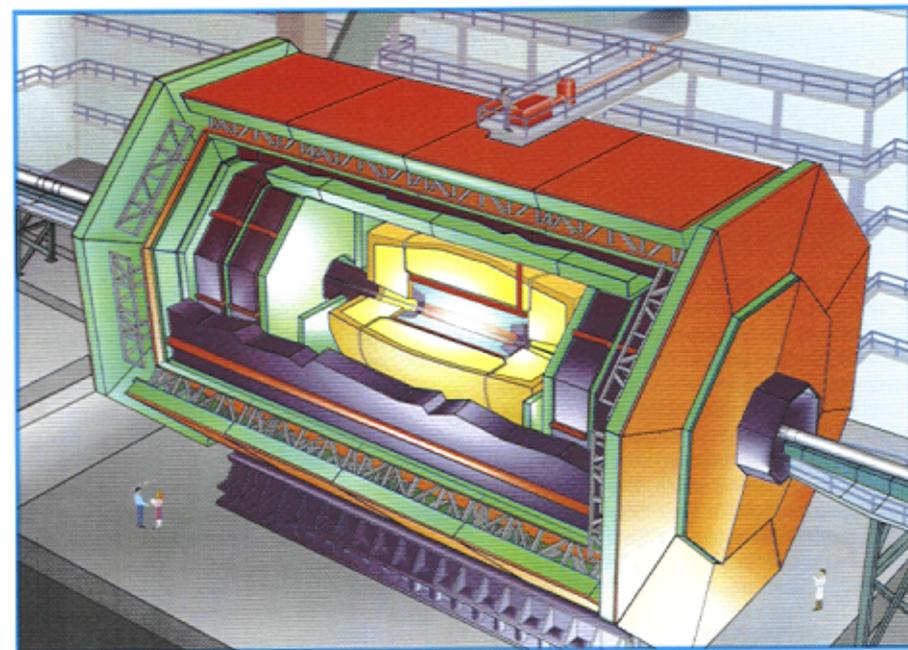
ouverte dans laquelle toutes les particules sont indifférenciées et toutes les interactions sont unifiées, jusqu'à l'état actuel, à travers une série de transitions par lesquelles les particules se différencient, les symétries se brisent, les structures se complexifient. La brisure de la symétrie électrofaible est l'une de ces transitions. La théorie standard la situe à une énergie comprise entre 100 GeV et quelques TeV, c'est-à-dire un dix milliardième de seconde après le "big bang". La compréhension de ce phénomène est donc un enjeu fondamental de la physique de la cosmogénèse, une physique qui est la raison d'être du DAPNIA.

La modélisation la plus simple de cette transition se fait à l'aide du mécanisme de Higgs, qui implique l'existence d'au moins une particule nouvelle, le boson de Higgs, dont la masse n'est pas prédite mais dont toutes les propriétés seraient connues si on connaissait sa masse. Pour rechercher le boson de Higgs (ou tout autre phénomène relatif à la brisure de la symétrie électrofaible), la machine idéale serait un collisionneur électron-positon d'un TeV par faisceau, car l'électron et son antiparticule le positon sont des particules fondamentales du modèle standard, provoquant des réactions dont l'état initial est parfaitement bien maîtrisé. Malheureusement l'accélération d'électrons à cette énergie est hors de portée de nos techniques actuelles d'accélération : dans un accélérateur circulaire le rayonnement synchrotron est trop important pour des particules légères comme les électrons, et les accélérateurs linéaires ne permettent pas de produire un taux suffisant de répétition des colli-

sions (l'accélérateur linéaire de Stanford n'a produit que quelques centaines d'événements Z, quand son concurrent, le LEP en produisait un million). Il nous faut donc nous rabattre sur des collisionneurs à protons (les particules les plus simples à accélérer dans des synchrotrons). Comme les protons ne sont pas des particules fondamentales du modèle standard, il faut prévoir une marge en énergie, si l'on veut que les constituants du proton, les quarks, aient une énergie suffisante pour la recherche du boson de Higgs. Comme l'énergie des quarks est comprise en moyenne entre dix et



verte de ces symétries cachées. Il a fallu concevoir des mécanismes théoriques rendant compte de ces symétries cachées et compatibles avec les critères impliqués par le rapprochement de la relativité et des quanta. La source principale d'inspiration pour rechercher de tels mécanismes est la physique des transitions de phases qui fait souvent intervenir des propriétés cachées de symétrie. Or le rapprochement de la physique des particules et de la cosmologie aboutit précisément à une conception d'un univers primordial en évolution, depuis une phase chaude et dense



*Schéma en perspective du détecteur SDC. On reconnaît les différentes composantes décrites dans le texte. La taille des personnages permet d'apprécier le gigantisme de l'appareillage*

Le "Review Committee" du DOE (Department of Energy) a examiné, fin octobre, l'expérience SDC. Dès le mois d'août l'expérience avait été acceptée par le comité scientifique et le directeur du laboratoire SSC.

Selon les conclusions orales du comité du DOE, le programme de physique de SDC est bon, les techniques choisies sont bien adaptées au programme de recherche, les risques technologiques sont modérés, et le coût de l'expérience est crédible. Le plan de financement sera examiné par le DOE au début de l'année 1993.

Il faut rappeler que pour l'exercice 1993, les autorités politiques américaines (le congrès et le président) ont décidé d'attribuer 517 millions de dollars à l'ensemble du projet SSC, alors que la somme demandée était de 650 millions.

quinze pour cent de l'énergie des protons, un collisionneur à proton délivrant entre cinq et dix TeV par faisceau serait en principe suffisant pour ce genre d'exploration. Tel est le raisonnement qui a été tenu au CERN, dès la construction du LEP : le tunnel du LEP devait pouvoir être utilisé pour installer, au moindre coût possible, un collisionneur à protons, le LHC. Les Etats Unis quant à eux, se donnaient une marge de sécurité, et se lancaient dans le projet SSC de 20 TeV par faisceau.

#### L'engagement du DAPNIA

Le DAPNIA, qui fut présent dans les deux expériences du CERN ayant abouti à la découverte des bosons intermédiaires, qui est présent dans trois des quatre expériences du LEP, ne pouvait pas avoir d'autre priorité que la participation au LHC. Telle est donc sa priorité pour toutes les années à venir. Mais, fort de l'expérience acquise par la participation à des collaborations aux Etats Unis, il se trouve en position de pouvoir aussi participer au programme SSC. En le faisant, le CEA assure la présence française dans ce grand programme scientifique et y renforce nettement la présence européenne. Voilà pourquoi le DAPNIA s'est joint à la collaboration SDC. Cette collaboration est, de toutes celles qui fonctionneront auprès des collisionneurs à protons du futur, celle qui est la plus avancée. Approuvée dans son principe (voir l'encadré), elle en est au stade de la

réalisation de prototypes à l'échelle 1.

Comme elles sont confrontées à la même problématique, toutes les expériences ont une structure assez analogue : en partant du point de collision, on rencontre d'abord une partie centrale comportant des chambres à traces et/ou des détecteurs de vertex pour repérer les trajectoires des particules, ensuite un calorimètre électromagnétique, puis un calo-

rimètre hadronique, aussi hermétiques que possible pour mesurer l'énergie des électrons, positons et photons d'une part et celles des hadrons d'autre part, de façon à pouvoir faire un bilan d'énergie des réactions et ainsi détecter d'éventuels neutrinos, enfin un système de détection des muons, les seules particules capables de traverser le blindage qui représentent les calorimètres.

L'équipe du DAPNIA s'est concentrée sur l'identification des électrons (et positons), dont tout le monde s'accorde à penser qu'ils sont porteurs des signaux les plus prometteurs. Le principe de la méthode proposée consiste à séparer ces particules d'un éventuel bruit de fond grâce à une localisation précise des gerbes qu'elles produisent dans le calorimètre électromagnétique. Cette localisation permet d'associer la trace laissée dans le détecteur de traces avec la gerbe produite dans le calorimètre. L'équipe du DAPNIA s'est donc vue confier la responsabilité de la conception et de la réalisation d'un "détecteur à maximum de gerbe" (shower max detector), qui, situé à l'intérieur du calorimètre électromagnétique, devrait permettre d'éviter les confusions (sources de bruit de fond) entre les électrons, positons et photons, et certains hadrons qui donnent des signaux comparables dans les autres parties du détecteur. D'autre part, l'équipe de Saclay a été chargée d'étudier (puis de réaliser) le système de déclenchement global de niveau II, qui doit permettre la sélection en ligne des événements potentiellement intéressants. A cela il faut encore ajouter la contribution du STCM à la recherche de développement sur les aimants supraconducteurs qui seront nécessaires au collisionneur.

Je me suis associé à cette collaboration comme théoricien. J'essaie un modèle pour la brisure de la symétrie électrofaible, qui prédirait toute une nouvelle physique aux énergies de l'ordre de quelques TeV. Je ressens comme un grand privilège cette possibilité qui m'est donnée de participer, dès le stade de la conception, à ce qui s'annonce comme une des plus grandes aventures scientifiques jamais entreprises.

Gilles Coben-Tannoudji (SPP)

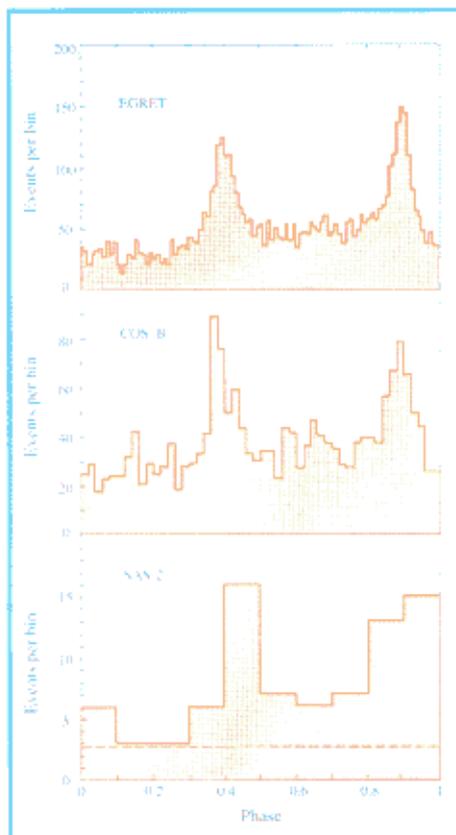
## LE MYSTERE GEMINGA

*Cette source  $\gamma$  est-elle l'étoile à neutrons la plus proche du Soleil ?*

Vingt ans de recherches et de rebondissement ont enfin conduit à l'identification de la source  $\gamma$  "Geminga", seconde du ciel par son éclat et enfant chéri du Service d'Astrophysique depuis les nombreuses observations du satellite européen COS-B (1975-1982), construit en partie à Saclay. Il s'agit d'une étoile à neutrons, au champ magnétique intense ( $10^{12}$  G), vieille de trois cent mille ans et qui tourne sur elle-même un peu plus de 4 fois par seconde. Cette identification porte à quatre le nombre de pulsars connus pour émettre des rayons  $\gamma$  d'énergie allant de 10 MeV à quelques GeV. Ce nombre est petit, mais

leur grande ressemblance et leurs nombreuses petites différences ont déjà relancé l'imagination des théoriciens sur les modèles de magnétosphère de pulsar, ainsi que sur les mécanismes d'accélération de particules à haute énergie (10 TeV) qui s'y déroulent.

"Gh'è minga! Gh'è minga!" Petits mots de patois milanais qui ont tant exaspéré les astronomes de la collaboration COS-B. "Il n'y a rien! Elle n'est pas là!", telle était l'irritante constatation: l'intense source  $\gamma$  Geminga brillait par son absence à toute autre longueur d'onde; on ne voyait aucune émission optique, X ou



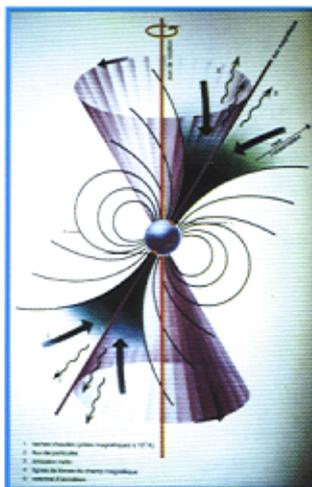
*Émission  $\gamma$  pulsée de Geminga, observée au-delà de 30 MeV par les satellites SAS-2, COS-B et GRO-EGRET. La ressemblance de ces courbes montre la grande stabilité de la rotation de l'étoile à neutrons de 1972 à 1992. On reconnaît la structure en double pic caractéristique des pulsars  $\gamma$ , qui indique que l'axe magnétique de l'étoile est très incliné par rapport à son axe de rotation (les deux pôles magnétiques passent alternativement devant nos yeux).*

radio qui vint faciliter l'identification de cette source. Et voilà ces astronomes transformés pour vingt ans en détectives à la recherche de l'identité de Geminga, la bien nommée.

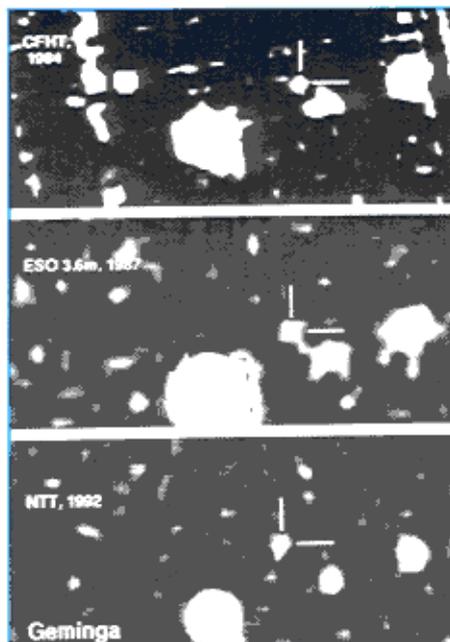
L'enquête se déroule dans la constellation des Gémeaux, ce qui vaudra à cet objet son surnom en forme de jeu de mots: GEMINI GAMMA (à prononcer G(u)éminga en milanais). Elle débute dès 1972 lorsqu'une source de photons  $\gamma$  de plus de 100 MeV apparaît dans les données du satellite américain SAS-2, à quelques degrés de la nébuleuse du Crabe. En 1975, les observations du satellite COS-B (auquel a largement participé le Sap) confirment la présence d'une source  $\gamma$  "ponctuelle" dans cette direction. Mais la chambre à étincelles de COS-B réduit en "point" tout objet de dimension angulaire inférieure au degré, c'est-à-dire confond les milliers d'étoiles, étoiles ou galaxies, que contient un degré carré du ciel. L'enquête s'annonce difficile: la direction dans laquelle se trouve Geminga ne correspond à aucun pulsar, quasar ou reste de supernova connu, candidats pourtant favoris; la rareté des photons  $\gamma$  et le ralentissement sensible de la rotation d'un pulsar pendant les

longs temps de pose de COS-B, de l'ordre du mois, interdisent la recherche directe d'une signature temporelle avec une période inférieure à la seconde. Il n'existe qu'une seule issue pour nos détectives: observer à plus basse énergie.

La chance ne les abandonne pas complètement. Malgré sa modeste résolution angulaire, COS-B finit par localiser Geminga à mieux qu'un dixième de degré de sa position réelle, avec une zone d'incertitude assez restreinte où n'apparaît qu'une seule source X, appelée 1E0630+178 d'après les coordonnées célestes que lui donne le satellite "Einstein" en 1983. Une coïncidence fortuite est toujours possible mais d'autres indices viennent aiguïser les soupçons des enquêteurs. Puisqu'elle ne présente pas de signes d'absorption interstellaire, cette source X est vraisemblablement assez proche, à moins de 3 500 années-lumière du Soleil. Or elle est invisible sur les plaques photographiques du Mont Palomar! Des images numériques (CCD) très poussées de ce champ, prises en 1984 et en 1986 au foyer du télescope Canada-France-Hawaï (avec la caméra SAp/INAG) et au Mont Palomar, révèlent la présence d'une minuscule étoile de magnitude de 25.5 (soit l'éclat de quelques bougies vues de la Lune!), à la couleur étrangement bleue. Un objet aussi insolite ne peut être que... Geminga! Les hypothèses sur sa nature vont alors bon train. On parle du "mariage" d'un trou noir et d'une naine blanche en un système binaire. Ne s'agirait-il pas plutôt d'une étoile à neutrons en rotation, c'est-à-dire d'un "pulsar", cousin du pulsar des Voiles (ou "Vela")? Comme lui, Geminga brille puissamment en  $\gamma$  de 30 MeV à quelques GeV, faiblement en X de 1 keV et seulement comme une toute petite étoile bleue à peine visible dans les plus grands télescopes. L'analyse des données  $\gamma$  de COS-B, effectuée à Saclay, renforce enco-



*Un pulsar est une étoile à neutrons qui tourne plusieurs fois par seconde sur elle-même (typiquement de 1 à 1000 tours/sec). Elle renferme l'équivalent de la masse du Soleil dans un rayon de 10 km et engendre un champ magnétique intense ( $10^{12}$  Gauss à la surface). Les rayons émis près de l'étoile sont collimatés par ce champ en un faisceau étroit qui balaye l'espace comme un phare de marine.*



*Ces images CCD prises avec trois télescopes différents (à Hawaï et au Chili) montrent la région de Geminga à trois époques successives. Geminga est la toute petite étoile (de magnitude 25.5) marquée d'une croix. Elle s'est déplacée par rapport aux étoiles voisines de 1.5 seconde d'arc en presque 9 ans. (Cliché ESO)*

re l'analogie entre Geminga et le pulsar de Vela. Tous deux émettent un rayonnement  $\gamma$  très similaire par leur spectre en énergie et par les variations que subissent ces spectres au fil des mois. L'hypothèse séduisante d'un pulsar Geminga se heurte pourtant à l'absence totale de contrepartie radio. Les 27 antennes du radiotélescope interférométrique VLA (au Nouveau-Mexique), et le grand paraboloïde d'Arecibo (Porto-Rico) n'en décèlent aucune. Le mince faisceau radio du pulsar, s'il existe, doit manquer la Terre et nous empêche de mesurer la période de rotation de l'étoile. Il faut attendre pour cela le lancement en 1990 du satellite XROSAT... et un petit coup de chance car l'émission X de Geminga n'est que faiblement modulée. L'enquête aboutit enfin en 1992. La périodicité du signal est captée: "Bon sang mais c'est bien sûr... un pulsar de 237 ms de période!"

On retrouve (maintenant aisément) cette périodicité dans les données des satellites  $\gamma$  SAS-2, COS-B, GRO, ainsi que dans le satellite GAMMA-1 et le ballon FIGARO du SAp. Tous ensemble, ils montrent que Geminga est une étoile à neutrons qui tourne de manière très stable depuis vingt ans, contrairement à ses cousins les pulsars du Crabe et de Vela qui subissent parfois de violents tremblements d'étoile qui modifient brusquement leur période de rotation. Geminga est un peu plus vieille qu'eux ( $3 \cdot 10^5$  ans, contre  $2 \cdot 10^4$  ans pour Vela et 938 ans pour le Crabe) et elle tourne un peu plus lentement (en 237 ms, contre 89 et 33 ms). En novembre dernier, des clichés pris à l'Observatoire Européen Austral au Chili semblent confirmer un déplacement de l'étoile bleue sur le ciel de 0.2 seconde d'arc par an.

Gemina se trouverait donc à environ 300 années-lumière du Soleil et deviendrait ainsi l'étoile à neutrons la plus proche de nous! Les mesures du satellite ROSAT impliquent une distance de 700 à 1000 années-lumière (milliards-lumière...), soit une valeur comparable. Par sa proximité, son âge et sa brillance, Gemina nous apporte donc un troisième exemple de pulsar  $\gamma$  particulièrement intéressant pour étudier les phénomènes qui animent les magnétosphères des jeunes pulsars.

L'analyse de l'émission  $\gamma$  est vitale car celle-ci naît au cœur même de l'action. Elle permet d'étudier l'accélération de particules jusqu'au TeV dans une magnétosphère intense (le champ magnétique atteint  $10^{12}$  Gauss!) en rotation rapide, et les divers rayonnements qui les accompagnent. Par exemple, l'absence d'émission pulsée depuis le domaine visible jusqu'au rayonnement  $\gamma$  de MeV qui caractérise Vela et Gemina est d'autant plus déconcertante que le pulsar du Crabe, lui, émet continuellement de la radio au TeV. L'image attrayante du pulsar-phare de marine qui convenait aux minces faisceaux captés en radio est trop simpliste pour les photons  $\gamma$ . Les pulsars  $\gamma$  nous parlent plutôt en morse, avec des points et des tirets! On découvre aujourd'hui que l'émission pulsée comprend en effet plusieurs faisceaux d'ouvertures et de spectres en énergie très différents, qui varient fortement au fil des semaines. De manière étonnante, cette variabilité n'affecte que l'émission de moins de 100 MeV et son origine est inconnue. Cependant, les évolutions séparées des différents faisceaux prouvent l'existence simultanée de plusieurs sources d'émission en divers lieux de la magnétosphère. La stabilité et la ressemblance des spectres des faisceaux à quelques GeV doivent refléter la similitude des conditions d'accélération des particules primaires en des lieux pourtant distincts. Les différences spectrales qui existent à plus basse énergie entre les faisceaux indiquent au contraire que les cascades vivent ensuite des histoires différentes. Il s'agit maintenant de localiser ces sites d'émission, soit par l'analyse des déphasages entre les faisceaux, soit par l'analyse spectrale du rayonnement émis sur tout le spectre électromagnétique. Des efforts conjoints dans ces deux directions devraient donc permettre de remonter à la naissance et à l'histoire des particules émettrices le long des lignes de champ magnétique pour faire progresser notre compréhension des pulsars.

"ΦΥΣΙΣ ΚΡΥΠΤΕΣΘΑΙ ΦΙΛΕΙΝ": "La Nature aime se cacher" ... et délivrer des messages en morse! Qui pourrait mieux illustrer les propos d'Héraclite que la fameuse Gemina dont l'identification nous a tenus en haleine pendant vingt ans et qui, rare pulsar  $\gamma$  du ciel, risque de nous occuper encore autant à l'avenir?

P.S. Il reste une vingtaine de sources  $\gamma$  à identifier! Si le cœur vous en dit...

Isabelle Grenier (SAP)

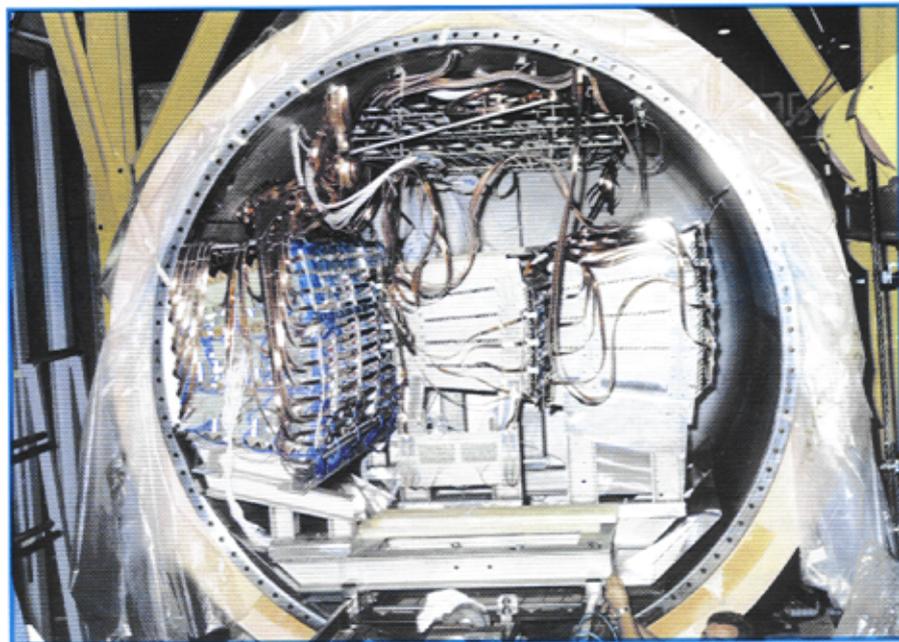
## Expériences au LHC

### Maquette pour l'expérience ATLAS

#### Le prototype de calorimètre à argon liquide RD3 entre en service:

De nombreux événements sont survenus dans le monde de la physique des hautes énergies depuis l'édition numéro 3 du journal "ScintillationS" en avril 92, dans laquelle étaient relatées les orientations des grandes collaborations pour des expériences autour du futur collisionneur européen proton-proton LHC. En effet ces proto-collaborations, comme ASCOT, EAGLE, CMS, (dans lesquelles le Département s'était tout d'abord impliqué) ont dû dans le contexte économique actuel, revoir leur copie, réduire leurs exigences et se chercher des partenaires, ce qui s'est finalement traduit pour certaines par des mariages-fusions (bien évidemment... "froides"! ). Ainsi ASCOT

Mais tout d'abord, il est bon de rappeler brièvement ce qu'est un calorimètre. Il s'agit d'un détecteur destiné à mesurer l'énergie des particules qui y pénètrent, par échantillonnage et sommation. L'originalité du calorimètre RD3 réside dans la forme des tôles-absorbours, qui échantillonnent l'énergie déposée, et qui ont une géométrie projective (visant le vertex de l'interaction) en forme d'accordéon. L'empilement en sandwich de ces tôles, intercalées de réservoirs d'argon liquide, constitue ce que l'on appelle un "stack" et la manière de connecter ces tôles entre elles, suivant le "principe du transformateur électrostatique", constitue une méthode de lecture du signal autorisant des temps de réponse très rapides, compatibles avec le taux de collision du LHC (environ 15 nsec entre deux paquets successifs).



Vue des 3 calorimètres à l'intérieur du cryostat.

De gauche à droite: calorimètre électromagnétique suspendu (LAL + COMA), calorimètre hadronique (LAPP), calorimètre hadronique (Saclay).

et EAGLE ont convolé en "justes" noces et finalement engendré un rejeton prénommé ATLAS: tout un programme!! Et elles se sont dépêchées de déclarer officiellement sa naissance auprès du Comité pour les Expériences (LHC): les Lettres d'Intention officielles, confirmant les "Expressions d'Intérêt d'Evian" ont ainsi été déposées en octobre 92.

Parallèlement, durant ce mois d'octobre 92, l'expérience RD3, maquette préfigurant le futur calorimètre d'ATLAS, est entrée en fonctionnement sur un faisceau d'électrons au CERN Prévevin. Le DAPNIA ayant pris en charge une très grosse part du travail au sein de cette expérience, il paraissait important de faire connaître l'ampleur des efforts et des développements réalisés au cours des deux dernières années.

L'histoire avait ainsi commencé en 1990 avec la réunion de différents laboratoires européens, décidés à mettre au point de nouvelles techniques de calorimétrie, susceptibles de fonc-

CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIERE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :

Jacques Haissinski

COMITÉ EDITORIAL :

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

REDACTION :

Monique Soyer

MAQUETTE ET MISE EN PAGE :

Henry de Lignières

Dépot légal octobre 1992

Décembre 92



Vue de la zone RD3 sur le faisceau test du CERN Prevoisin : la plateforme est mobile et supporte les 30 tonnes du cryostat et du calorimètre.

tionner au LHC. Ainsi, conjointement aux études et aux démarches générales concernant les futures expériences dans leur ensemble, différents prototypes, destinés à caractériser le comportement des divers détecteurs ainsi conçus, avaient été mis en fabrication dès l'automne 90. Par ailleurs, l'expérience RD3, visait à réaliser une maquette de démonstration de la faisabilité technique des différentes conceptions et options retenues. La démarche adoptée était celle de la collaboration intensive avec l'industrie. Depuis quelques semaines, la démonstration est faite puisque les trois prototypes de calorimètre à argon liquide, composant l'expérience RD3, fonctionnent au CERN. Ils comprennent un calorimètre électromagnétique plomb/acier/argon liquide, conçu et réalisé par le CERN et le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire d'Orsay (CNRS/LAL) et deux modules de calorimètre hadronique acier/argon liquide conçus et réalisés conjointement par le Laboratoire de Physique des Particules d'Annecy-le-Vieux (CNRS/LAPP) et le DAPNIA. La zone de faisceau ainsi que la plate-forme mobile supportant les 30 tonnes de l'expérience ont été étudiées par le DAPNIA et réalisés en partie par les laboratoires de l'ex URSS à Alma Ata (Kazakhstan). Les motorisations comprenant la rotation/translation de la position garage à la position faisceau, l'inclinaison du cryostat par rapport au faisceau et la correction d'assiette ont été également conçus et réalisés par le DAPNIA. Enfin le DAPNIA a pris en charge l'étude et le suivi de réalisation industrielle du cryostat à isolation mousse.

Comme on peut le constater, le Département a effectué un effort majeur dont la concrétisation dans le module du calorimètre hadronique RD3 appelle quelques commentaires à propos de la réalisation des détecteurs pour les grandes expériences du futur. En effet, après une phase de conception menée par le DAPNIA, à travers un cahier des charges

déterminé par les conditions régnant dans l'environnement du collisionneur LHC, c'est dans l'industrie que s'est effectuée une grande partie de la réalisation, accompagnée de développements très variés, comme le profilage à froid des tôles d'acier inoxydable, ou la découpe au jet d'eau ou encore la réalisation du cryostat. La finition et la mise au point finale ont bien entendu eu lieu dans les ateliers du DAPNIA, avant l'installation sur faisceau au CERN.

A une époque où les notions de valorisation du savoir et de la compétence, voire de l'excellence sont très sensibles au CEA, la démarche adoptée pour ces prototypes semble refléter la possibilité de partager intelligemment les réalisations d'instruments scientifiques entre le CEA et l'industrie, dans une perspective valorisante pour les deux parties. Ainsi dans RD3, les développements engagés dans l'industrie ont-ils nécessité un gros effort de la part des entreprises, mais celles-ci en ont été récompensées par des résultats très intéressants : les deux "premières" mondiales, que constitue le profilage à froid et la découpe par laser d'acier inoxydable de 10 mm d'épaisseur, en sont la preuve. En ce qui concerne cette dernière, même si la technique du jet d'eau lui a été finalement préférée pour le projet RD3, les spécialistes s'accordent à penser qu'elle constitue une avancée majeure dans cette discipline.

En attendant les résultats plus complets de la physique, qui permettront de qualifier les détecteurs-prototypes RD3 déjà réalisés et d'orienter la suite des travaux, un certain nombre de points sont d'ores et déjà soulevés, et de nouveaux défis difficiles sont à relever dans le cadre d'ATLAS, même s'il ne s'agit pas de ... soulever le monde !

P. Lavocat (SED)

## Tribune des Lecteurs ...

### Où sont les Hommes?

Je viens de recevoir "ScintillationS" d'octobre, cette belle plaquette relatant deux expériences de physique du Département.

Mais est-ce bien là, l'objectif initial de ce journal ?

J'avais imaginé -peut être à tort -que, suite à la création de ce grand Département qu'est le DAPNIA, ce journal se voulait le lien entre les différents services pour que chacun apprenne à mieux connaître les autres et la vie du Département.

Le DAPNIA est une communauté -certes à vocation physique -mais avec des hommes et des femmes ayant chacun leur rôle à jouer pour atteindre cette finalité: nul n'ignore qu'une expérience ne peut être menée à bien par les seuls physiciens, sans le concours des autres : ingénieurs, techniciens, monteurs, électroniciens, informaticiens, dessinateurs, acheteurs, ..... et même - trop souvent dans l'ombre -secrétaires.

Aussi lorsqu'est relatée une expérience de physique, dans ce journal qui est nôtre, et qui a été fait pour nous, j'aimerais y voir ( en photo ) ou y entendre sous forme d'interview, de portrait ou de table ronde (pour les équipes) les principaux intervenants.

Les HOMMES sont absents; où se cachent-ils ?

Derrière leurs appareils! mettez les devant !

Les équipes aussi sont absentes ...et pourtant !

Tous pourraient nous expliquer les difficultés qu'ils ont dû surmonter pour parvenir à d'aussi brillants résultats, le rôle de chacun lorsque plusieurs services sont impliqués, les innovations. Une anecdote pourrait, de temps à autre, agrémenter l'article.

Les compétences des services techniques sont reconnues par les chefs de projet; ceux-ci n'hésitent pas à les solliciter pour répondre à leurs besoins et obtiennent, semble-t-il, les résultats attendus. Mais ensuite, dans "ScintillationS", motus et bouche cousue. Pourquoi ?

Une petite exception toutefois; serions-nous sur la bonne voie ? dans l'article sur l'expérience INDRA, Claude Mazur ( SED ), est co-signataire et évoque au passage une innovation technologique sur le collage des feuilles de mylar qui, d'ailleurs, aurait bien mérité à elle seule un encadré ! peut-être est-ce là l'objet d'un prochain article qui serait sûrement fort intéressant. Mais le SIG et le SEI sont également intervenus dans ce projet. L'aviez-vous deviné ?

C'est en montrant ses équipes que le DAPNIA se valorisera.

Sabine Cantet (Dir/Pro)

"Cette lettre pose, de manière peut-être un peu abrupte, de vrais problèmes. Nous y répondrons dans le prochain numéro court", grosses bises.

Joël Martin (sPbN)

## B R E V E S ... - B R E V E S ...

## ACTIVITÉ MICROÉLECTRONIQUE

Le groupe microélectronique du Service Électronique et Informatique (SEI) du DAPNIA vient de terminer un important travail concrétisé sous la forme de trois circuits intégrés (ASICs\*) originaux.

Ces circuits seront utilisés dans le détecteur "SDC" du futur collisionneur "SSC" à Dallas.

Ils auront à traiter les signaux fournis par les photomultiplicateurs multicanaux de la partie du calorimètre qu'on appelle Shower Max et qui permet de localiser précisément les gerbes des électrons et des photons.

Il s'agit d'intégrateurs de courant à grande dynamique comportant 16 canaux par ASICs et d'un système de filtrage associé à un circuit de compensation des variations de gain d'un même photomultiplicateur multicanal.

Actuellement ces circuits sont en cours de fabrication, dès leur réception - courant mars 93- ils seront montés sur des cartes afin de permettre des tests avec le prototype du Shower Max de SDC durant l'été 93.

\* ASIC: Circuit Intégré destinés à une Application Spécifique.

## LA PREMIÈRE "VRAIE" PROTOÉTOILE ?

Un Soleil naissant a révélé des preuves de son extrême jeunesse. Cet objet, répondant au doux nom de VLA 1623, a été découvert par des chercheurs du SAP et observé en ondes millimétriques grâce au radiotélescope franco-allemand de l'IRAM en Espagne. Il est constitué principalement d'une sphère de poussières et de gaz interstellaires de forte densité et très froide (30 K). D'un âge estimé de quelques milliers d'années seulement, il est probablement encore dans sa phase d'effondrement gravitationnel, ce qui le qualifie pour être la première "vraie" protoétoile. A ce jour, une demi-douzaine de candidats protoétoiles a été identifiée, qui seront une cible de choix pour le satellite ISO.

## Thèses soutenues en 1992

Eric AUBOURG

Recherche de naines brunes dans le halo de la galaxie par effet de microlentille gravitationnelle. Analyse préliminaire des données photographiques 1990-91.

Thèse soutenue le 10 septembre 1992.

Laurent CHEVALIER

Identification des particules par leur ionisation dans la chambre à échantillonnage temporel de DELPHI.

Thèse soutenue le 20 juillet 1992.

Bertrand CORDIER

Etude du centre galactique dans le domaine des rayons  $\gamma$  de faible énergie à partir des observations pratiquées par le télescope spatial SIGMA.

Thèse soutenue le 12 mars 1992.

Marc DEJARDIN

Le détecteur central de l'expérience de violation de CP auprès de l'anneau de stockage LEAR (PS195) Etude, réalisation et optimisation.

Thèse soutenue le 7 avril 1992.

Jean-Eric DUCRET

Etude des propriétés des nucléons dans les noyaux à l'aide de la séparation des fonctions de structure ( $e, e'p$ ) sur les noyaux légers.

Thèse soutenue le 16 octobre 1992.

Frederic GUEMAS

Elaboration, caractérisation et propriétés en hyperfréquence de couches minces supraconductrices de  $(Nb_{1-x}Ti_x)N$  destinées à l'accélération d'électrons.

Thèse soutenue le 24 avril 1992.

Gautier HAMEL de MONCHENAULT

Etude de la résolution de la TPC de DELPHI. Recherche du boson de Higgs du modèle standard minimal dans l'expérience DELPHI

Thèse soutenue le 4 mars 1992.

Philippe LAURENT

Calcul de la réponse spectrale du télescope spatial SIGMA, application à l'étude des binaires X dans le domaine des rayons  $\gamma$  de faible énergie.

Thèse soutenue le 24 mars 1992

Roland LEHOUCQ

Emission à haute énergie de SN 1987A. Formation des asymétries dans les radios-sources extra-galactiques.

Thèse soutenue le 23 novembre 1992.

Carla MAGNAGO-CHARVET

Contribution à l'étude du mécanisme de la cassure symétrique du noyau  $^{24}Mg$ .

Thèse soutenue le 3 juillet 1992.

Myriam J. MAHE

Etude des propriétés d'échange thermique de l'hélium diphasique en convection forcée.

Thèse soutenue le 31 janvier 1992.

Jean-Etienne SAUVESTRE

Fragmentation du projectile dans la réaction  $^{40}Ar + NatAg$  à 58.7 MeV/nucléon.

Thèse soutenue le 8 avril 1992.

Jérôme SCHWINDLING

La recherche du boson de Higgs dans l'expérience ALEPH au LEP.

Thèse soutenue le 12 octobre 1992.

Pierre WALLYN

L'annihilation des positrons et le centre galactique

Thèse soutenue le 11 décembre 1992

## Mémoire CNAM

Xavier CHARLOT

Etude et réalisation d'un système de mesure du profil et de la position d'un faisceau d'ions lourds en vue de sa stabilisation en énergie.

Mémoire soutenu le 31 mars 1992.

## TÉLÉTHON

Le sixième Téléthon, la grande chaîne de l'espoir, imaginée par l'association contre la myopathie, s'est poursuivi toute une partie du week-end du 4 au 5 décembre 1992, sur le site de Saclay.

Au début du mois de novembre, la Direction du Centre avait donné son autorisation à l'organisation de cette belle manifestation qui traduit l'esprit de solidarité pour les maladies génétiques.

De la solidarité, il y en a eu 24 heures durant !

Plus de 1200 personnes, dont une bonne centaine du DAPNIA, se sont mobilisées, hommes, femmes et, même enfants de plus de 14 ans, qu'ils soient cyclistes, coureurs à pied ou marcheurs, tous, ont fait preuve de courage en venant se relayer, chacun à son rythme, pour parcourir au total plus de 40000 km (équivalent du tour de la terre), encadrés par des bénévoles chargés de l'organisation, de la circulation, de la sécurité, de l'intendance...

Vendredi 4 décembre, 20 heures. Départ de la "course de l'espoir". Ce sont plus de 500 personnes qui vont se présenter à l'accueil. Malheureusement, l'hiver aussi a fait son apparition ; à la tombée de la nuit, le thermomètre descend en dessous de zéro et au petit matin des brouillards givrants viennent compléter le tout ! Les centaines de sportifs qui se succèdent par vagues n'en ont que plus de mérite. Heureusement, dans la journée de samedi, le soleil est au rendez-vous. Par moments, à l'accueil, les hôtes sont débordées avec la remise des diplômes distribués pour l'occasion et les promesses de dons à enregistrer...

Samedi 5 décembre, 20 heures. Coup de sifflet final. Une première pour Saclay, mais aussi une totale réussite. Bravo à tous et merci à la Direction du Centre d'avoir promis d'offrir une participation par kilomètre parcouru.

Ce sixième Téléthon est terminé : espérons que pour le septième nous serons plus nombreux et que nous pourrons compter sur une participation encore plus forte du DAPNIA.

Rendez-vous le mois prochain pour de plus amples informations.

J.F. MILLOT (DIR/PRO)



## - LES PLUMES DU DAPNIA .....

### "Les Constantes Universelles" de Gilles Cohen-Tannoudji

(Hachette, La Villette, 1991)

vient d'être traduit en anglais sous le titre "Universal Constants in Physics"

(Mac Gratu Hill, New York, 1992)