

## SPÉCIAL DEUTONS POLARISÉS

*L'hydrogène est l'élément chimique le plus léger. L'atome d'hydrogène est le plus simple de tous : un électron tournant autour d'un noyau qui se réduit à un proton. Mais il existe deux autres sortes d'hydrogène, deux « isotopes », plus lourds : le deutérium, dont le noyau, appelé « deuton » est un couple proton-neutron, et le tritium qui possède encore un neutron de plus.*

*Ce numéro se penche sur le deuton, le noyau le plus simple qu'offre la nature, si l'on considère que le « noyau » de l'hydrogène léger est une simple particule, le proton. Le deuton est un noyau qui couple un exemplaire de chaque espèce de nucléons (particules constitu-*

*tives de tout noyau), le proton et le neutron.*

*De ce fait, il est le prototype idéal pour étudier l'interaction nucléaire forte, une des quatre interactions fondamentales de la nature, sous sa forme la plus élémentaire : l'interaction d'un nucléon sur un autre nucléon.*

*Le deuton a été étudié sous toutes ses coutures depuis fort longtemps. Les moyens d'investigations actuels permettent de l'observer encore plus en finesse, en examinant la contribution des quarks et des gluons que renferme chaque nucléon.*

*Des accélérateurs de nouvelle génération comme CEBAF (voir*

*« ScintillationS » n° 21 et 22) vont permettre d'avancer profondément dans cette voie ouverte par des machines comme l'ALS et SATURNE. Mais l'exploration est encore plus fine lorsque l'on peut trier les processus d'interaction. Un des outils privilégiés pour ce faire est la polarisation des faisceaux d'accélérateurs et/ou des cibles qu'ils bombardent. Un « Comment ça marche » en dit un peu plus, dans ce numéro, sur la polarisation (vectorielle, tensorielle et tout ça) et les appareils qui la mesurent, les « polarimètres ». Il complète les deux articles ci-dessous qui détaillent trois polarimètres précis : POMME, HYPOM et POLDER.*

## HYPOM, UN POLARIMÈTRE VECTORIEL ET TENSORIEL POUR DEUTONS DE HAUTE ÉNERGIE

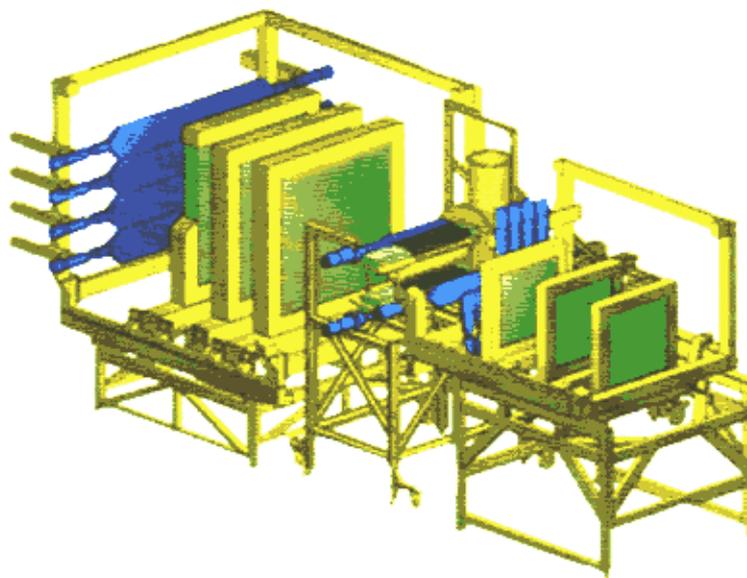
**Il faut le dire ! Saturne aura été un accélérateur unique au monde** avec ses faisceaux polarisés de protons et de deutons d'énergie environ 1 GeV. L'intensité de ces faisceaux mais aussi le degré de polarisation et sa stabilité sur une durée de quelques semaines permettent d'installer des expériences complexes destinées à mesurer des grandeurs physiques dépendant du spin des protagonistes. Ces « observables liées à la polarisation » peuvent apporter des informations directes sur la structure des particules en jeu (voir « ScintillationS » n° 12 et le « Comment ça marche », dans ce numéro).

Pour tirer pleinement profit des propriétés des faisceaux polarisés en accédant à plusieurs observables,

il est indispensable de disposer d'une cible polarisée et/ou d'un polarimètre pour mesurer la polarisation de la particule sortante. Ainsi, le programme « nucléon-nucléon » a utilisé un faisceau et une cible polarisés, avec diverses orientations du spin du faisceau et de la cible, ainsi qu'un polari-

mètre. Ce programme a permis de constituer une précieuse banque de données sur les interactions fondamentales proton-proton et neutron-proton

D'autres expériences ont dégagé des aspects très pointus (\*) de la structure des noyaux légers, leur outil privilégié étant le polarimètre « POMME : Polarimètre Mobil Moyennes Energies », construit par l'ex-DPhN.



*Polarimètre HYPOM avec sa cible d'hydrogène liquide. Avec de droite à gauche (sens des particules sortant du spectromètre) les trois chambres à fils (en vert et jaune) et les scintillateurs (en bleu) amont, puis la cible (en orange) entourée de détecteurs « paille » (en vert) et de scintillateurs, enfin les trois grandes chambres aval suivies de scintillateurs.*

Le polarimètre POMME se compose de trois parties :

— En amont, à la sortie du spectromètre, trois chambres à fils de type Charpak (voir « *Comment ça marche* », « *ScintillationS* » n° 8 ), de dimensions 50 cm x 50 cm, chacune capable de compter et de localiser les particules à mieux que deux millimètres. L'ensemble des trois chambres et du spectromètre permet de reconstituer les trajectoires des particules détectées et de les compter en fonction de leur énergie (c'est-à-dire mesurer leur *spectre* en énergie). Il est complété par deux plans de scintillateurs destinés à mesurer l'instant exact du passage de la particule au milliardième de seconde près.

Cela permet de sélectionner les particules « intéressantes » parmi d'autres « indésirables », intrus que l'on repère car ils ne passent pas au temps « réglementaire ». On fait alors en sorte qu'ils ne déclenchent pas l'électronique de comptage.

— Le diffuseur : une cible de carbone (graphite) de grandes dimensions couvrant une grande partie de la sortie du spectromètre de façon à diffuser un maximum de particules.

— En aval, un deuxième ensemble de trois chambres à fils plus grandes (1 m x 1 m) pour détecter les particules diffusées par la cible de carbone.

Un absorbeur en fer permet d'arrêter les protons issus de la cassure des deutons incidents de façon à sélectionner les réactions qui produisent leurs propres deutons.

POMME a été conçu pour être transporté auprès de différents spectromètres. L'électronique est compacte et installée sur le cadre de soutien mécanique des chambres à fils. Mais sa principale originalité est l'optimisation de l'épaisseur de la cible de carbone : 30 centimètres au lieu des 3 cm couramment utilisés auparavant.

HYPOM (HYdrogène POMME) est une modification originale de POMME (voir figure page 1) apte à mesurer la polarisation vectorielle et tensorielle des deutons de 1200 à 2000 MeV, alors que POMME mesure la polarisation des protons (d'énergie 200 à 3000 MeV) et la polarisation vectorielle des deutons (d'énergie 200 à 2000 MeV). Le phénomène dont on mesure l'asymétrie est la diffusion élastique (sans transfert d'énergie) de deutons sur des protons et non plus la diffusion élastique et inélastique (avec transfert d'énergie) de

deutons sur des noyaux de carbone. HYPOM conserve une des caractéristiques essentielles de POMME, à savoir la détection la plus étendue possible sur la surface de sortie du spectromètre.

Le principal défi était donc le remplacement de la cible de carbone par une cible d'hydrogène liquide de grandes dimensions entourée d'un dispositif de détection du proton qui recule sous le choc du deuton (proton de recul). D'une énergie de moins de 100 MeV, ce proton est fortement ralenti par la matière (\*\*). Pour qu'il puisse s'extraire de la cible et être détecté à l'extérieur, il faut que les parois de la cible comportent le moins de matière possible.

La solution retenue par une collaboration LNS (Laboratoire National Saturne), IPN (Institut de Physique Nucléaire) d'Orsay, Dubna (JINR) William's and Mary College et Norfolk S. U. est la suivante :

La cible consiste en trois modules cylindriques de 50 cm de long et 7 cm de diamètre. Chaque module est vu par un « détecteur à pailles » fait de deux plans de trois couches de « pailles » (détecteurs cylindriques de 1,1 cm de diamètre remplis d'un mélange d'argon-éthane dans lesquels un fil est porté à une tension de 1700 V). Ce détecteur détermine dans chaque plan la position de la particule qui le traverse. L'efficacité de cette détection est proche de 99% et la précision sur la position est de l'ordre de 300  $\mu$ m. Un scintillateur donne un signal rapide qui déclenche l'électronique. La cible a été entièrement fabriquée à Dubna, au Laboratoire des Hautes Énergies (LHE), avec une attention particulière concernant les normes de sécurité imposées sur le site de Saclay. Les détecteurs à pailles viennent du collège William & Mary et sont du même type que ceux d'un polarimètre de type POMME, en construction à CEBAF, Hall A.

Un prototype constitué d'un module de la cible entouré de sa détection a été testé sous faisceau. La cible arrivée de Dubna le 6 novembre 1995 a été montée en un temps record avec l'aide du groupe de cryogénie du LNS, le faisceau étant prévu le 21 du même mois ! Le remplissage et la mise en froid des deux litres d'hydrogène liquide se fait en moins de quatre heures, et le réchauffement en une heure, environ.

La « preuve » du bon fonctionnement de l'appareillage s'acquiert en mesurant certains paramètres de la

diffusion élastique (sans transfert d'énergie) deuton-proton et en comparant ces mesures aux données existantes. Pour cela, on envoie directement un faisceau de deutons de polarisation connue sur la cible du polarimètre et on mesure les asymétries.

On évalue aussi l'efficacité du polarimètre, c'est-à-dire le nombre d'événements « utiles » divisé par le nombre de deutons incidents et on reconstruit la polarisation du faisceau incident ; on peut comparer le résultat à la valeur connue. On pourra ensuite mesurer de façon fiable la polarisation des particules provenant d'une réaction primaire. Les premiers résultats sont très satisfaisants.

La première expérience utilisant ce nouveau polarimètre HYPOM a eu lieu à Saturne en décembre dernier. Elle consiste en la mesure de la polarisation du deuton provenant de la cassure de noyaux d'hélium 3 (deux protons et un neutron) incidents par des protons-cibles. La connaissance de cette grandeur apportera des informations nouvelles sur la structure de l'Hélium 3.

Egle Tomasi-Gustafsson  
(SPHN et LNS)

(\*) - Pour en savoir plus sur les caractéristiques fondamentales du deuton et l'intérêt de mesures précises avec faisceaux et cibles polarisés, et polarimètres, on peut lire dans « *La Recherche* » de septembre 1991 pages 1094 à 1097 l'article d'Alain Boudard, Michel Garçon et Stéphane Platchkov, tous trois du SPHN.

(\*\*) - Si deux projectiles identiques d'énergies différentes passent au travers de la même épaisseur du même matériau, c'est paradoxalement le moins énergétique qui laisse le plus d'énergie dans la traversée. Mais le paradoxe n'est qu'apparent. En effet, et comme dirait La Palice, le plus lent va moins vite ; il a donc plus de chance de percuter des particules du matériau (en général des électrons atomiques). De ce fait, il subit plus de collisions que son collègue rapide et perd donc plus d'énergie. Si vous lancez à la main une balle de revolver sur une vitre, la vitre vole en éclats. Si vous tirez la même balle sur la même vitre avec le revolver, vous faites juste un petit trou dans la vitre. L'énergie perdue par la balle, égale à celle transmise à la vitre lors du choc est donc bien plus faible quand la balle va bien plus vite...

# CALIBRATION DU POLARIMÈTRE POLDER ET EXPÉRIENCE $t_{20}$

Fin juin, s'est terminé à Saturne la calibration du polarimètre **POLDER** (POLarimètre à DEutons de Recul). Ce détecteur, mis au point par l'ISN-Grenoble avec la participation du Laboratoire National Saturne (LNS) et du DAPNIA (SPhN et SIG), est capable d'analyser la « polarisation tensorielle » (voir le « Comment ça marche, » dans ce numéro) de deutons d'énergie cinétique comprise entre 160 et 520 MeV.

POLDER a été développé principalement en vue de son utilisation au Jefferson Lab (anciennement CEBAF), aux États-Unis (voir « Scintillations » n°21 et 22), pour déterminer la polarisation des deutons issus de réactions de diffusion élastique d'électrons sur une cible de deutérium :



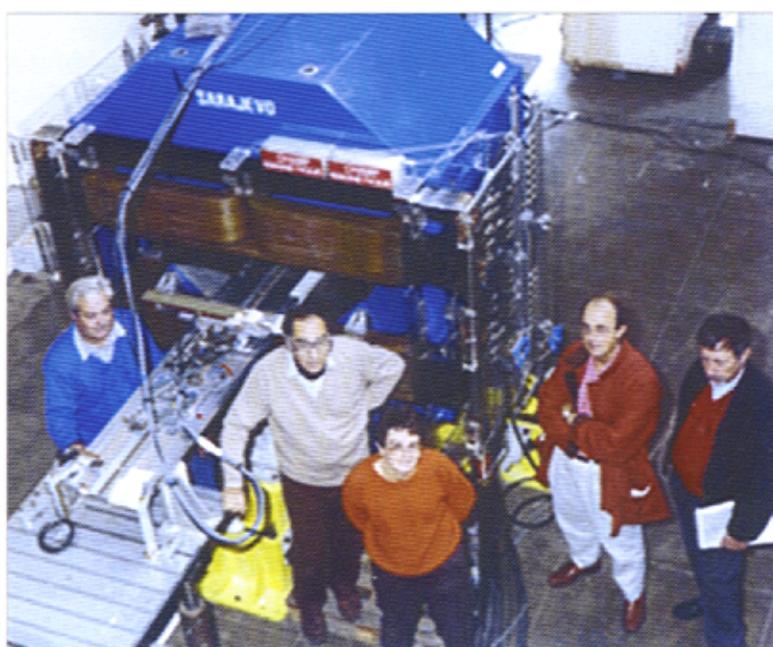
Pour mesurer la polarisation des deutons produits, on les fait rediffuser sur une cible secondaire d'hydrogène (un noyau d'hydrogène n'est autre qu'un proton). La réaction produite :



joue le rôle d'analyseur. L'étalonnage (ou calibration) du polarimètre s'est fait à Saturne avec un faisceau de deutons de polarisation connue.

POLDER est un détecteur assez compact (environ 1 m x 1 m x 3 m), comprenant des chambres proportionnelles multifils pour déterminer les trajectoires des deutons incidents, la cible secondaire d'hydrogène, automatisée par les bons soins du SIG, et des hodoscopes de scintillateurs plastiques pour détecter les deux protons émis par la réaction (2).

Pour la calibration à Saturne, on a fait passer le faisceau de deutons polarisés dans un solénoïde puis dans le spectromètre magnétique SPES 1 (voir le *Comment ça marche*) afin d'orienter la polarisation tensorielle (le ballon de rugby !) dans une direction choisie. Ce sera probablement la dernière expérience à Saturne utilisant ce magnifique spectromètre qui fut, il y a plus de vingt ans, le premier capable de mesurer au dix-millième près la quantité



Quadrupôle "SARAJEVO", associé à POLDER à CEBAF. Il concentre des particules issues du spectromètre sur le polarimètre dont se trouve ainsi augmentée l'acceptance.

de mouvement des particules qu'il analysait. L'équipe de POLDER a rendu un hommage bien mérité à ce vétéran en y passant la dernière nuit en musique.

Une fois calibré, POLDER cinglera vers la Virginie et l'expérience  $t_{20}$  y sera implantée dès janvier 1997. Cette expérience a pour but d'étudier la structure du deuton « à très courte distance », c'est-à-dire lorsque le proton et le neutron qui le constituent sont très proches l'un de l'autre (voir le *comment ça marche*).

Nous en dirons plus après la prise de données au Jefferson Lab.

Michel Garçon (SPhN)

## COMMENT ÇA MARCHE

**Polarisation** (voir aussi l'encadré de l'article sur SMC, n° 12) - Lorsqu'on envoie un faisceau de particules (ou de noyaux) sur une cible, on a l'habitude de mesurer, par exemple, la probabilité qu'une particule soit diffusée à un angle donné et l'on traduit cette probabilité en terme de « section efficace » (voir le glossaire de l'article « LEP, phase 1.5, n° 26 de « Scintillations »). Mais la section effi-

cace exprime un taux moyen de réaction, moyenné sur tous les états de spin possibles des particules dans l'état initial (avant la réaction), et sommé sur tous les états possibles de spin dans l'état final. Dans cette moyenne, on perd de l'information sur la nature du processus étudié. En clair, tout se mélange. Pour s'y retrouver, il peut être nécessaire, selon les cas, d'utiliser des cibles ou des fais-

ceaux polarisés, ou de mesurer la polarisation des particules dans l'état final. C'est à cette mesure que sert un polarimètre.

**Polarisation tensorielle** - Aïe ! ça se complique (mais lisez quand même ce paragraphe jusqu'au bout, ou parcourez-le à l'envers, c'est plus simple à la fin). Si vous demandez de quoi il s'agit à votre ami(e) mathématicien(ne),

vous apprendrez que « la polarisation d'une particule de spin 1 comme le deuton s'exprime par un opérateur décomposable sur une base d'opérateurs irréductibles de rang 2, donc tenseur (rang 1 : vecteur ; rang zéro : scalaire, c'est à dire nombre) ». Vous voilà dûment renseigné!..

Essayez alors le physicien au bout du couloir : « une particule de spin 1 peut avoir trois valeurs quantifiées de la projection du spin sur un axe de référence arbitraire, soit  $-1$ ,  $0$  et  $+1$ . Dans une assemblée de telles particules, il y a une fraction  $f_-$  dans « l'état »  $-1$ ,  $f_0$  dans l'état zéro et  $f_+$  dans l'état  $+1$ . Un ensemble de deutons n'est pas polarisé si les trois états sont équiprobables ( $f_- = f_0 = f_+ = 1/3$ ). Si  $f_+$  est différent de  $f_-$ , il y a polarisation vectorielle, mesurée par la quantité ( $f_+ - f_-$ ). Enfin, si la somme de  $f_+$  et de  $f_-$  diffère de deux fois  $f_0$ , il y a polarisation tensorielle, que mesure la combinaison ( $f_+ + f_- - 2f_0$ ) appelée aussi «  $t_{20}$  ». Le fameux  $t_{20}$ . Nous y sommes. Non ? Toujours pas ? Il est vrai que ces phénomènes purement quantiques échappent complètement à notre perception courante.

Mais on peut s'en faire une petite idée à l'aide d'une image sportive. Rendez-vous sur un terrain de rugby. Si vous prenez le ballon en pleine figure, les dommages subis par votre avenante physionomie dépendront de l'orientation du ballon ovale : vous aurez un plus gros coquard si c'est le bout pointu qui vous a frappé. Allez, les bleus ! Voilà un effet typique de polarisation tensorielle (cet effet d'orientation n'existe évidemment pas avec le ballon de foot qui, par sa rotation sur lui-même, représenterait la polarisation vectorielle).

C'est un peu ce qui se passe au stade de l'infiniment petit lors de chocs entre des projectiles et leurs cibles. L'intensité d'un choc et ses effets varient suivant l'état initial des protagonistes. Si cet état change à chaque choc, vu que les chocs sont extrêmement nombreux, on ne peut mesurer que des effets moyens, comme vu plus haut. D'où l'intérêt fondamental, si l'on veut comprendre et mesurer des phénomènes précis, de figer le plus possible l'état des projectiles et celui de la cible, c'est à dire les polariser et de mesurer leur polarisation après l'interaction.

**Pourquoi le deuton ?** - Les mesures avec polarisation sont particulièrement intéressantes dans le cas du deuton.

Formé par l'association d'un proton et d'un neutron, chacun contenant

trois quarks porteurs de charge électrique, le deuton est de forme allongée. On pense que cette ovalisation est liée à la répartition des charges électriques à l'intérieur de ce noyau. Cette distribution de charge est la combinaison de deux composantes : une composante « sphérique » et une composante « ovale » qu'il est très difficile de distinguer.

Or, chacune de ces composantes, sphérique et ovale, contribue à divers processus de diffusion et pèse sur leurs probabilités respectives. Parmi ces processus de diffusion, certains polarisent le projectile, ou changent sa polarisation initiale. En mesurant la polarisation des deutons après diffusion, on devient capable d'évaluer la probabilité de ces différents processus et donc la contribution de chaque composante de la distribution de charge. On accède ainsi au « poids » respectif de chacune de ces composantes. C'est une voie vers une meilleure connaissance de la structure du deuton et, partant, des mécanismes intimes de l'interaction proton-neutron, phénomène de base de la force nucléaire forte.

L'enjeu est donc majeur et ce n'est pas un hasard si le Comité des programmes de CEBAF, appelé désormais « Jefferson Lab », a donné la plus haute priorité à une mesure de polarisation tensorielle du deuton, la fameuse expérience «  $t_{20}$  » (voir aussi n° 26) à laquelle des équipes du SPhN et du LNS apportent des contributions essentielles.

**Polarimètre** - Il fonctionne sur le principe suivant : dans une réaction nucléaire ou entre particules, il existe une direction privilégiée, celle du projectile, la « direction incidente ». C'est un axe de symétrie pour la réaction. Les phénomènes observés en un point donné ne changent pas si l'on fait tourner ce point autour de cet axe. En revanche, si le faisceau incident est polarisé, la direction de la polarisation constitue un deuxième axe privilégié. La symétrie de rotation autour de la direction du faisceau est rompue. Deux mesures en deux points issus l'un de l'autre par rotation autour de la direction incidente ne donnent plus le même résultat. Il y a une asymétrie dont la mesure permet de reconstituer la polarisation du faisceau incident. Sauf dans le cas particulier de la polarisation tensorielle où l'on mesure en plus une différence de section efficace induite par l'orientation du « ballon de rugby ».

Les mesures de polarisation exi-

gent une bonne identification des particules et une bonne détermination des trajectoires incidentes et sortantes. On satisfait à ces conditions en plaçant le polarimètre à la sortie d'un spectromètre magnétique (voir un paragraphe plus loin). Le phénomène physique dont on mesure l'asymétrie est, dans le cas de POLDER et d'HYPOM, la diffusion des particules polarisées incidentes sur des noyaux d'une cible, appelé *diffuseur*, au cœur du polarimètre

**Spectromètre magnétique** - C'est un aimant à l'intérieur duquel des particules d'énergies différentes transitent selon des trajectoires circulaires dont le rayon est proportionnel à la quantité de mouvement (c'est-à-dire la masse de la particule multipliée par sa vitesse ; c'est comme pour un train : plus il est lourd et va vite, plus le rayon du virage doit être grand). Comme son nom l'indique, un spectromètre mesure le « spectre » des particules qu'il transmet, c'est-à-dire le nombre de ces particules en fonction de leur énergie. Le principe est simple : la trajectoire dans le spectromètre de chaque particule dépend de son énergie et du champ magnétique de l'aimant. Pour un type donné de particules, une fois l'aimant réglé, à chaque tranche d'énergie correspond une zone d'émergence à la sortie de l'aimant. Il suffit d'y placer un compteur-localisateur de particules, par exemple une chambre à fils, pour obtenir le spectre. Chaque fil de la chambre prend en charge la zone d'émergence où il est placé, donc une certaine tranche d'énergie. Il compte alors le nombre d'impacts de particules qu'il reçoit. Chaque fil en fait autant et le tour est joué. Les expériences avec polarisation reviennent, comme on vient de le voir, à mesurer des asymétries. Certaines peuvent être très ténues. Il faut donc des spectromètres extrêmement précis. Exemple : le SPES I à Saturne, précis au dix millièmes, qui a servi à calibrer POLDER et POMME. POLDER sera associé, dans le Hall C du Jefferson Lab à une « ligne de deutons », un système magnétique et spectrométrique spécialement conçu par une collaboration SPhN-LNS, à Saclay, comprenant entre autres un quadripôle de grande ouverture horizontale fabriqué en France (voir photo page 3).

Michel Garçon et Joël Martin  
(SPhN)

## L'APPRENTISSAGE, UNE AUTRE MANIÈRE DE DEVENIR INGÉNIEUR



Le 20 septembre 1996 fut un très grand jour pour Jean-Noël Jaquis (SED) : Didier Pineau-Valenciennes lui remettait avec une vigoureuse poignée de main son diplôme

« ingénieur 2000 » au cours de la très médiatisée cérémonie de remise des diplômes organisée par le CNAM et présidée par l'ancien ministre Roger Fauroux.

Vous avez peut-être déjà rencontré Jean-Noël : familier du DAPNIA depuis cinq ans, il alterne cours théoriques à l'ESCPI (École Supérieure de Conception et de Production Industrielles) et pratique professionnelle au SED où il passe de

projet en projet. C'est la formule bien connue de l'apprentissage, mais appliquée à une école d'ingénieur. C'est tout nouveau en France puisque la promotion de Jean-Noël (40 élèves) est la première du genre.

« Ingénieurs 2000 » est une association entre le CNAM et plusieurs entreprises comme EDF-GDF, Renault, Schneider, la SNECMA, Thomson, Usinor-Sacilor. Cette association a créé l'ESCPI, l'école qui forme ces ingénieurs et leur délivre le diplôme. Deux filières : génie mécanique et génie électrique. Cinq ans de formation pendant lesquelles chaque élève est suivi par un tuteur enseignant de l'école et un tuteur ingénieur d'une entreprise d'accueil.

Le CEA compte aujourd'hui une dizaine d'apprentis-ingénieurs et autant d'ingénieurs-tuteurs qui vivent

avec enthousiasme cette expérience enrichissante.

Cette formation contribue à développer l'intelligence pratique des futurs ingénieurs en les confrontant immédiatement — c'est son originalité — aux réalités du laboratoire ou de l'entreprise et en les formant non seulement aux techniques de l'ingénieur mais aussi aux produits, au savoir-faire et à la culture du laboratoire ou de l'entreprise d'accueil. Elle en fait ainsi des gens de terrain immédiatement opérationnels dès la sortie de l'école.

Félicitons Jean-Noël Jaquis et souhaitons que les indéniables avantages de cette nouvelle école lui procurent une belle réussite professionnelle. C'est à lui et à ses camarades de promotion de forger désormais la réputation des « Ingénieurs 2000 ».

Jean de Trogoff (SED)

## BIENTÔT, DES AUTOROUTES (DE L'INFORMATION) EN PLASTIQUE ?

Dans un proche avenir, la circulation des gigabits dont s'abreuvent les consoles de nos ordinateurs sera beaucoup plus fluide grâce au plastique. Finis, les points noirs sur les autoroutes de l'information !

Car en ces temps de webisation galopante et ô combien utile, fructueuse et conviviale, il subsiste ce que l'on appelle « le problème du dernier kilomètre ». Si l'on n'y porte rapidement remède, les voies de dégagement des autoroutes informatiques et les dessertes vers les usagers vont constituer des goulets d'étranglement, à l'instar des petites routes de montagne engorgées à chaque arrivée de hordes de skieurs qu'ont acheminées en douceur autoroutes ou « quatre-voies » rapides.

La distribution des informations aux multiples utilisateurs nécessite en effet de multiples connexions. Cela rend délicat et coûteux de conserver dans la partie terminale des autoroutes

les fibres optiques en silice, insurpassables dans la transmission à longue distance des débits élevés, mais très chères : le diamètre de leur partie utile, quelques microns, rend le raccordement aux nombreux usagers très problématique.

Le « dernier kilomètre » est donc assuré actuellement dans la plupart des cas par des conducteurs électriques en cuivre classiques, avec un inconvénient majeur : le débit est bien plus faible. D'où engorgement : un chemin vicinal ne peut encaisser un trafic d'autoroute.

Le DAPNIA, qui depuis les années 80 s'est forgé une grande expertise dans les fibres optiques classiques (FOP), utilisés sous leur forme scintillante comme détecteurs de particules très performants, anime un *Club des Fibres Optiques Plastiques*, structure informelle et internationale, véritable creuset d'idées novatrices. Ce club FOP vient d'organiser, à Paris, la

cinquième conférence internationale sur le sujet, POF' 96.

Et là, grande nouveauté : des Japonais ont présenté des fibres optiques de nouvelle génération, en plastique capables de transmettre dix milliards d'informations élémentaires (10 gigabits) par seconde sur 1 kilomètre, soit près de cent fois plus d'informations dans le même laps de temps que par les voies classiques. Finis les embouteillages ! Alliant un débit comparable aux fibres en silice à une solidité beaucoup plus grande, ces nouvelles fibres peuvent être utilisées dans le « dernier kilomètre ». Un marché fabuleux s'ouvre à qui saura s'y installer.

La suite dans un prochain numéro, avec force précisions des plus intéressantes, dans un article de Michel Bourdinaud (SPP), grand spécialiste des FOP et organisateur de POF' 96.

La Rédaction

## BRÈVES ... BRÈVES ...

## Cent watts de lumière dans un quart de millimètre

L'accélérateur TJNAF, nouvelle appellation de CEBAF, en Virginie, États-Unis (voir « ScintillationS » n° 20 et 22), peut délivrer un faisceau d'électrons polarisés de 4 GeV. Une méthode pour mesurer la polarisation de ce faisceau consiste à récolter, dans un détecteur, des photons lumineux qu'on envoie rebondir sur les électrons, par un phénomène appelé « rétro-diffusion Compton ». Si l'on désire mesurer rapidement la polarisation, il faut envoyer le plus possible de photons. Mais le faisceau d'électrons est ultra-fin : 60 micromètres de diamètre, soit un cheveu et demi). Il faut donc concentrer le plus possible la lumière la plus intense possible. Autrement dit, il faut une grande puissance lumineuse très focalisée.

Dans ce but, une équipe du DAPNIA a conçu à Saclay une cavité optique capable d'amplifier un faisceau laser (voir photo ci contre).

De 0,3 Watt, on est récemment arrivé à 100 W concentrés dans un diamètre de 250 micromètres, l'équivalent d'un pinceau d'une demi-douzaine de cheveux. Un jalon important vers l'objectif final : 1000 W qui rendra opérationnel ce « polarimètre Compton ».

Jean-Paul Jorda (SPHn)

## Pour quand le LHC ?

Bref extrait de la communication officielle de la réunion du Comité du Conseil du CERN le 7 novembre 1996 :

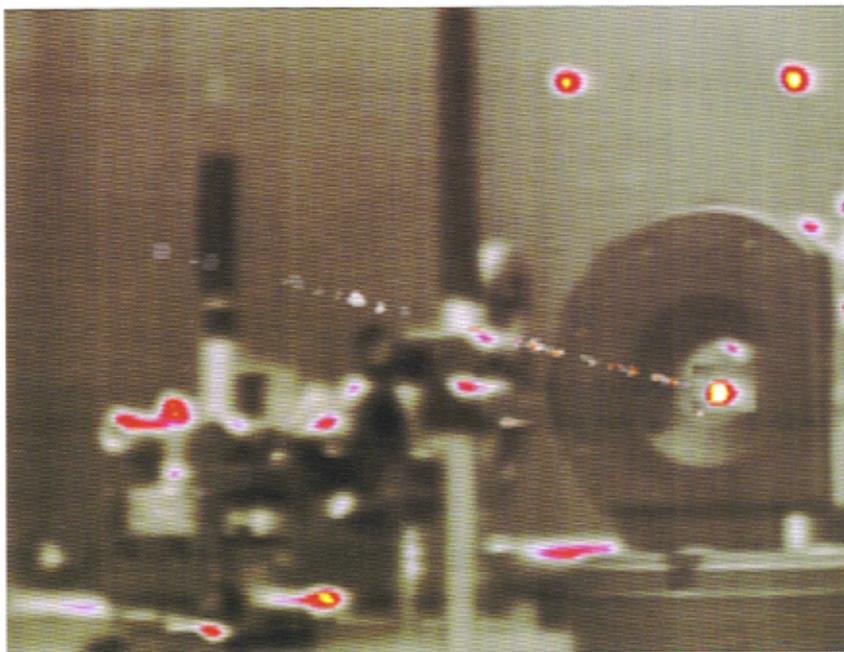
« Les Etats membres ont réaffirmé avec force leur appui unanime au programme du LHC et leur souhait que le grand collisionneur de hadrons soit achevé en une seule étape en 2005.

« Les nouvelles hypothèses de planification tiennent compte des contributions des états membres fortement réduites mais prévoient la possibilité de financer la construction du LHC en une seule étape sur une période plus longue (jusqu'à 2008, échéance actuellement approuvée par le Conseil pour la construction en deux étapes).

« Les discussions sur la demande de réduction de la contribution de l'Allemagne se poursuivent en

décembre. Le Comité du Conseil a adopté à l'unanimité une déclaration dans laquelle il souligne son souhait que le LHC soit achevé en une seule étape en 2005. »

Communiqué par Elizabeth Locci (SPP)



Intérieur de la cavité optique Fabry-Pérot à deux miroirs dans laquelle les photons du faisceau laser qui s'y trouve amplifié une centaine de fois rebondissent sur les électrons du faisceau de CEBAF. Cette vue prise par une caméra CCD (pose de 15 secondes) montre quelques taches de lumière nées de la diffusion du faisceau laser sur des poussières ainsi que l'impact de ce faisceau sur un des miroirs qui le réfléchissent à 99,7%. Quand la cavité sera en fonction, on ne verra plus de taches dans la cavité car y régnera le vide. Avec les miroirs définitifs, l'amplification sera de 10 000 et le pouvoir réfléchissant de 99,989%.

## SOS colloques! (Groupe Communication, mode d'emploi)

Le rôle du Groupe Communication est d'aider à toute initiative visant à exposer nos activités vers le monde extérieur, scientifique ou grand public. L'organisation d'un colloque est un travail lourd, mais souvent récompensé par un brassage important des connaissances dans un domaine et aussi par une notoriété accrue du laboratoire qui l'accueille. Aussi tenterons-nous de rassembler toutes les informations pratiques pour alléger le travail des gentils organisateurs.

Voici d'emblée quelques « trucs ». Par exemple, quelles sont les démarches administratives à faire au sein du CEA ; comment se débarrasser (gratuitement) de la corvée des réservations d'hôtels ; diverses solutions pour l'édition des « proceedings » (recueil des interventions du colloque). Sans compter les conseils pra-

tiques de vieux routiers du « mailing ». Ainsi, par exemple : évitez de vous retrouver seul(e) au labo un vendredi de l'Ascension, choisissez des enveloppes au même format que le courrier - qu'ainsi on n'aura pas à plier -, sachez convaincre les vaillants stagiaires et thésards, les seuls, à part vous, à être au labo un vendredi de l'Ascension, que ce travail d'obscur bureaucratie fait partie intégrante du travail de Recherche auquel ils sont en train de se former...

Si vous êtes déjà un routier (pas forcément vieux) de ce genre d'exaltante et ô combien nécessaire tâche, confrontons nos expériences.

Maryline Albéra\* a accepté de collecter ce genre d'informations, que nous espérons webéiser dans les meilleurs délais.

Claire Z. Antoine (de la rédaction)

\* Du DAPNIA/DIR, Secrétaire du Groupe Communication. Tel. 01 69 08 (ou 2) 82 78. Actuellement, Bât. 703, CE Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette CEDEX.

## VA-ET-VIENT

**Juillet 1996** — Bienvenue aux deux mutés du mois : Michel Boyer arrive au SED en provenance de Saturne et Michel Cossu passe du EGD / STE / SVDC au SEI.

Félicitations à Pierre-Henri Carton Elizabeth Poindron (SAP) et Jean-Yves Rousse (SIG) qui passent annexe I.

Côté départs : Gabriel Badeau ((SIG), Roland Calvat (SEA), Mélanie Laigneau (SEI), Christiane Maury (SEI), vont jouir d'une retraite bien méritée. On leur souhaite bonne et heureuse.

**Août 1996** — Michel Wallet est muté de la DAM au SEI. Christian Cochet est muté de la DTA de Grenoble au DAPNIA/DIR. Bonne continuation.

**Septembre 1996** — Maria Biard est mutée de Fontenay (SPAS) à DAPNIA/DIR et Luc Dumaye passe de BIII (LPTH/B) au SAP. Daniel Patry ((SGPI) prend sa retraite et Catherine Oligeri est mutée à Cadarache (DRN). Bonne arrivée et bon départ aux intéressé(e)s.

**Octobre 1996** — Pour mémoire, le DAPNIA change de chef : Jacques Haïssinski réintègre l'Education Nationale et va enseigner à la Fac d'Orsay. On est content pour ses étudiants. Joël Feltesse passe du SPP et de la chasse aux gluons à la direction du département. Mais les gluons ne sont pas tranquilles pour autant... Le quadrille des chefs continue avec Jean Mougey, nommé conseiller scientifique. Jacques Martino, ancien chef du SIG, prend son relais à la tête du SPhN. Au SIG, l'intérim est assuré par Jean-Claude Languillat. Patrice Micolon quitte la direction de SED pour la DSM/DIR. Il est remplacé par Philippe Mangeot. Départs en retraite : Catherine Bruneton (SEI), François De la Plaza (SED), Bernard Jacquemin et Jacques Lapègue (SAP), et Michel Renard (SGPI) Que les dieux du changement soient propices à toutes et à tous.

**Novembre 1996** — Départ en retraite de Daniel Bonnerue (SGPI), et de Denis Garrette (SPP). Profitez en bien, les amis ! Christian Cochet est muté au STCM et Kalem Djidi part en congé sans solde. Bonne chance à tous deux. Pour mémoire, la nomination de Jacques Martino à la tête du SPhN prend effet le 1<sup>er</sup> novembre 1996.

**Décembre 1996** — Rien que des départs en cette fin d'année : Louis Allemand (SEI), Simone Berthelot (DIR), Henry De Lignières (SGPI, ancien maître-maquettiste de « ScintillationS », conserve-toi bien, Henry !), René Le Gac (SED) et Françoise Zutter (SPhN) s'en vont jouir d'une retraite bien méritée. François Audignon (SIG) est muté à la Trésorerie du Centre.

**Janvier 1997** — Une petite nouvelle et quatre petits nouveaux comme cadeau de nouvel an : Emmanuelle Pérez et Hervé Lafoux au SPP, Etienne Burtin et Laurent Nalpas au SPhN, Alain Delbart au SED. Michel Combat (SED) passe annexe I, bravo ! Beaucoup de mutations : Monique Beaubeau (SGPI vers SEI), Claudine Gillot (SGPI vers DSM/DIR), Joël Beltramelli, Claude Curé, Jean Douarin et Maryvonne Hardy (SGPI vers DAPNIA/DIR). Le SGPI maigrit. Bernard Gastineau et Alain Marcel nous arrivent du LNS, le premier au STCM, le second au SEA. Francesco Fari passe du SED au SIG, Alban Mosnier va du SEA vers DSM/SOLEIL, Michel Pinabiau va du SIG à Fontenay-aux-Roses. Cinq départs en retraite : Arlette Hauviller (SEI), Georges Comby, Yves Laigneau et Alain Soyer (SED), Jean Mougey (ancien chef du SPhN, mange et joue, Jean Mougey !). Pour Marie-Thérèse Tarte (SEI) c'est un « départ négocié ».

**Février 1997** — Daniel Cacaut est réintégré au STCM. Christelle Bonnin passe Annexe I. On s'en réjouit pour les deux. Jean-Maurice Galloyer et François Rondeaux mutent du SED au STCM. Enfin, Jean Emery (STCM) part en retraite. Tous nos vœux

### Nominations

A dater du 1<sup>er</sup> décembre 1996, Jean-Claude Languillat est nommé chef du SIG en remplacement de Jacques Martino, Martial Authier est nommé adjoint au chef du SIG à dater du 1<sup>er</sup> mars 1997.

## DISTINCTIONS

### Prix de la Communication 1996

Prix, au pluriel. Destiné à récompenser des travaux de qualité dans le domaine de la vulgarisation scientifique, le prix DAPNIA de la commu-

nication vient d'être décerné à Jean-Bernard Bonnet-Bideau (SAP) et Gilles Cohen-Tannoudji (SPP et comité éditorial de « ScintillationS »).

Il y aura une cuvée 1997. Vulgarisateurs du DAPNIA, à vos plumes ! Ou à vos caméras et autres power-points. L'essentiel c'est que vos travaux s'adressent au grand public. Il y a 10.000 francs à gagner.

Le Prix Jean Perrin décerné annuellement par la Société Française de Physique pour la popularisation de la science vient d'être attribué à... à... devinez qui ? A Gilles Cohen-Tannoudji.

Jamais deux sans trois. Devinez qui a obtenu le Prix DSM de la Communication ? Eh oui, c'est lui, c'est l'ami Gilles ! Un triple ban pour notre G. C. T. national !

## REGRETS

Gérard Bardin, physicien au SPhN, nous a quittés, emporté par un accident cardiaque à 45 ans. Gérard, c'était la solidité et la persévérance dans ses recherches sur le noyau. Mais on aimait aussi chez lui une rare chaleur humaine, son rire d'enfant, son incessante disponibilité. Gérard était aussi modeste que talentueux et excellent camarade. Il jouait aussi bien du nucléon que du ballon de foot. Que son épouse et ses enfants sachent qu'ils peuvent compter sur notre soutien et notre amitié. Gérard, tu nous manques.

*Ses ami(e)s*

### Le modèle standard orphelin



Le professeur Abdus Salam a reçu avec Steven Weinberg et Sheldon Glashow le prix Nobel de physique en 1979 pour l'élaboration de la théorie électrofaible, la

pierre angulaire du modèle standard de la physique des particules. Il est décédé à Oxford le 21 novembre dernier, à la suite d'une longue maladie. Fondateur de l'International Centre for Theoretical Physics (ICTP) à Trieste, il a inlassablement œuvré pour donner leurs chances aux physiciens des pays en voie de développement.

<http://www.ictp.trieste.it/ProfSalam/>

## DERNIÈRE HEURE

### Une nouvelle physique à HERA ?

Les deux expériences HI (où le Dapnia est impliqué) et ZEUS installées auprès d'HERA, collisionneur d'électrons de 27,5 GeV contre des protons de 820 GeV (voir « Scintillation » n° 27 et 28) ont analysé indépendamment leurs données accumulées depuis 1994.

Elles viennent d'annoncer qu'elles ont observé un excès d'événements dans un domaine d'énergie jusqu'alors peu exploré. Simples à analyser, ces événements produisent chacun un électron très énergétique (environ 200 GeV) qui rebondit en arrière, et un jet de particules lui aussi très énergétique (voir la figure ci-dessus). Selon le Modèle Standard (théorie de référence de la physique des particules, voir n° 12 et 23), chaque événement serait produit par une collision frontale d'un électron avec un constituant ponctuel du proton. Mais ces événements sont plus nombreux que ne le prévoit le Modèle Standard. En combinant les résultats des deux expériences, on s'aperçoit que la probabilité que le Modèle Standard suffise à expliquer cet effet est à peine de 1%.

S'agit-il d'une simple fluctuation statistique ou de signes avant-coureurs d'une nouvelle physique ? La prochaine campagne de prise de données de Mars à Octobre 1997 permettra peut-être aux physiciens d'apporter des éléments de réponse.

Gilles Cohen-Tannoudji (SPP),  
Georges Cozzika (SPP), Joël Feltesse (chef du DAPNIA),  
Bertrand Laforge (SPP) et  
Emmanuelle Pérez (SPP)

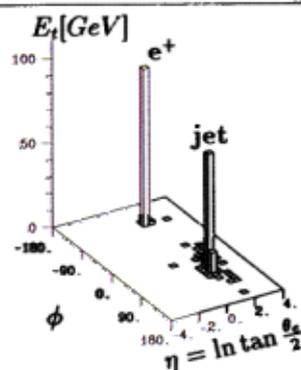
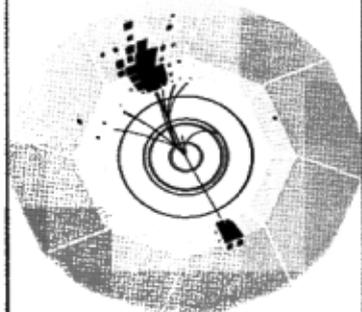
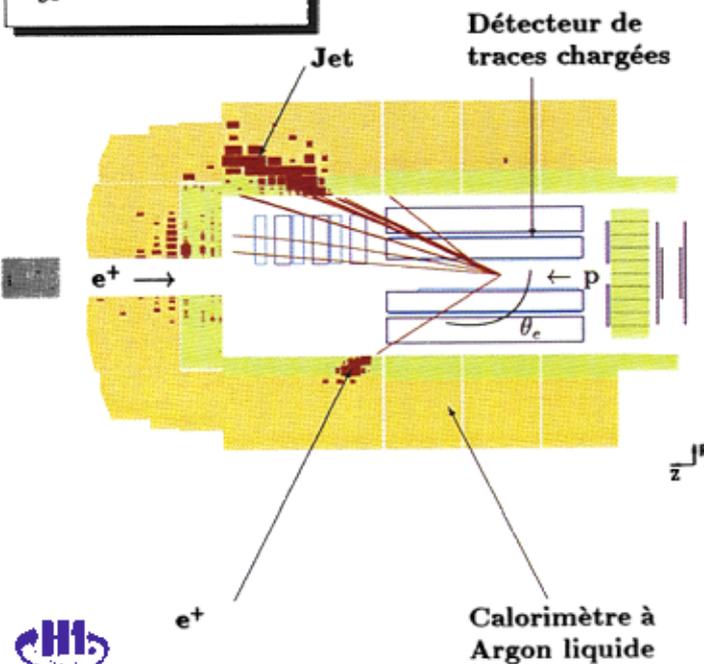
HI Run 85528 Event 71329

Date 28/08/1994

$$Q^2 = 16950 \text{ GeV}^2$$

$$M_e = 196 \text{ GeV}$$

$$y_e = 0.44$$



## HALE-BOPP, la comète du siècle, arrive.

Une très grosse comète, la comète Hale Bopp, s'approche du soleil. En se levant très tôt et en regardant vers l'est, on peut déjà la voir à l'oeil nu (bien entendu à partir d'un site sans pollution lumineuse). Son maximum d'intensité se situera fin mars, début avril. Elle devrait être très spectaculaire et une aubaine pour les astrophiiciens. La suite au prochain numéro.

Pierre-Olivier Lagage (SAP)

Ah ! la comète coule sur l'abîme habitée !  
(NDLR)

## Des mouvements dans la Communication

Robert Deloche, assistant de Catherine Césarsky pour la communication s'en va au Siège. C'est Gilles Cohen-Tannoudji qui le remplace. Il nous quitte, mais ne va pas loin. Il est probable qu'on aura le plaisir de le voir encore souvent. Sa succession est assurée par Yves Sacquin, physicien au SPP, qui s'est déjà brillamment essayé à la communication avec une très jolie animation à base de ravis-

sants quarks et gluons, à paraître bientôt chez Hachette, et par Franck Quatromme (SAP) qui s'occupera plutôt des aspects WEB, multimédia etc. Bienvenue, Yves et Franck.

Yves est par ailleurs l'auteur de la superbe NDLR « le ski de Jules César ». Il aime les NDLR, (bienvenue au club) il est fort en informatique. Ce n'est pas une raison pour en déduire que ce taquin s'y connaît en puces (NDLR).

CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :

Joël FELTESSE

COMITÉ ÉDITORIAL :

Joël MARTIN (porte parole),

Claire ANTOINE,

Pierre BORGEAUD

Michel BOURDINAUD,

François BUGEON, Rémi CHIPAUX

Gilles COHEN-TANNOUJJI,

Claude LESMOND, Elizabeth LOCCI,

Marc SAUVAGE, Jean-Claude SCHEUER

Angèle SÉNÉ, Christian VEYSSIÈRES

REDACTION :

Maryline ALBÉRA

MAQUETTE ET MISE EN PAGE :

Christine MARTEAU

Dépôt légal avril 1996