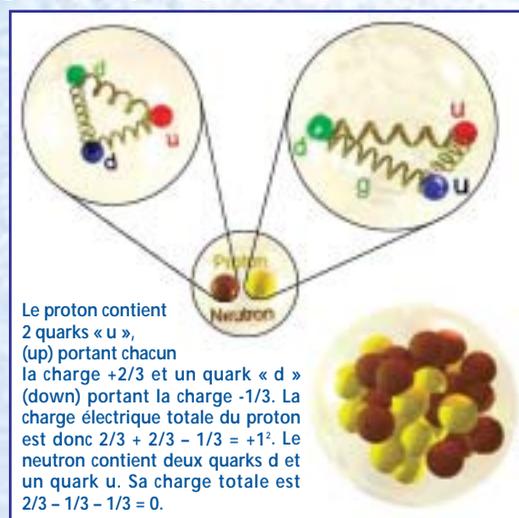


Noyaux, nucléons, quarks : Un puzzle gigogne

En 1911, Rutherford découvre le noyau atomique. Ce minuscule grain de matière concentrée est composite. Il renferme des nucléons : protons et neutrons. En 1969, on découvre que le nucléon n'est pas une pièce élémentaire du puzzle, mais lui-même un puzzle dont on appelle les pièces, des partons : quarks qui s'attirent par échange de gluons¹ et portent des charges électriques fractionnaires.



La cohésion du nucléon est maintenue par l'attraction mutuelle des quarks via la force de couleur, véhiculée par les gluons. Comme liés par un fort élastique, les quarks s'attirent peu lorsqu'ils sont proches et de plus en plus quand ils s'écartent, au point qu'ils ne s'écartent jamais de plus d'un diamètre de nucléon. Conséquence : les quarks restent prisonniers de leur nucléon-cage. C'est le confinement. Les quarks créés lors du Big-bang ne sont restés libres qu'une infime fraction de seconde puis se sont groupés par paquets de trois (les baryons dont font partie les nucléons) ou de deux (les mésons, paires quark-antiquark), car la nature est économe de son énergie : elle en dépense moins en groupant les quarks par paquets qu'en les éloignant les uns des autres.

Tant mieux : sans le confinement, nous n'existerions pas. Le confinement est l'une des grandes énigmes de nos origines. L'étude fine du nucléon via celle du ballet de ses quarks peut aider à la résoudre.

C'est ainsi que, de par le monde, de grands laboratoires se consacrent à cette minuscule goutte de matière. L'un d'eux est en Virginie, aux Etats-Unis. C'est le Jefferson Laboratory (Jlab) et son accélérateur Cebaf (Continuous Electron Beam Accelerator Facility)³. Dans ce numéro, Egle Tomasi-Gustafsson montre que la répartition, au sein du proton, de l'électricité que véhiculent ses quarks offre des aspects inattendus sous l'intense « éclairage » de ce super microscope, qui grossit assez pour rendre discernables des détails d'un dixième de la taille du proton.

Ainsi se dessinent des avancées sans précédent dans notre connaissance du puzzle gigogne nucléaire.

Joël Martin (SPhN et ScintillationS)

L'électricité du proton

Une récente mesure à Cebaf affine notre vision du proton

Le proton, un grain diffus d'électricité

Confinés dans leur nucléon, les quarks dansent un ballet réglé par la façon dont ils s'attirent. Étudier les mouvements des quarks c'est étudier leurs interactions.

Chaque quark entraîne dans la danse son grain de charge. Le mouvement des quarks est ainsi relié à la répartition de l'électricité au sein du nucléon. Mesurer la deuxième renseigne sur le premier, un peu comme on pourrait reconstituer le mouvement de trois lucioles dans un bocal en regardant la répartition de la lumière sur une photo de ce bocal.

Cette répartition de l'électricité dans le proton, qui répond au doux nom de *facteur de forme électrique*, est l'objet de mesures depuis plus de 20 ans. Mais ces mesures n'étaient pas assez précises pour trancher entre différents modèles théoriques. Une étape vient d'être franchie à Cebaf, où l'on vient de mesurer ce facteur de forme avec une précision suffisante pour affiner substantiellement notre vision du proton.

Le terme, « facteur de forme », reflète la connexion entre l'extension spatiale du nucléon et la répartition de son électricité. Et aussi de son magnétisme. Car les petites boucles de courant électrique, que constituent les charges des quarks dans leurs

(1) Voir le tableau des particules dans *ScintillationS* n° 5, 19 ou 47.

(2) Ce nombre 1 reflète l'élémentarité de la charge du proton. En unités légales, cette charge vaut $1,6 \cdot 10^{-19}$ coulomb.

(3) Cebaf est un accélérateur supraconducteur qui accélère un faisceau continu d'électrons jusqu'à 6 GeV sis en Virginie (USA).

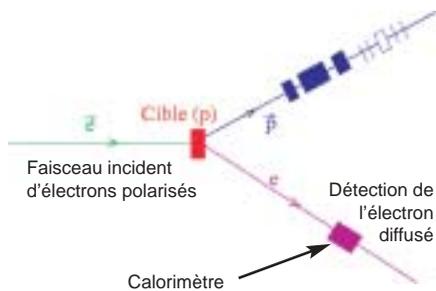


Schéma du dispositif expérimental installé dans le hall A de Cebaf

figures chorégraphiques, cela crée du magnétisme. En fait, le nucléon a deux facteurs de forme : un électrique et un magnétique, respectivement « G_E » et « G_M » pour les intimes. On sait les mesurer depuis longtemps par diffusion de particules chargées (encadré 1).

Qu'apporte d'inédit Cebaf ?

Les mesures de facteurs de forme du proton par diffusion d'électrons et leur interprétation théorique ont montré que la probabilité de diffusion (encadré 1) était la somme de deux termes : l'un dépend du facteur de forme électrique, l'autre, du facteur de forme magnétique. Electricité et magnétisme sont étroitement liés. On pensait que les deux facteurs de forme l'étaient aussi.



Le calorimètre qui mesure les caractéristiques des électrons diffusés.

Encadré 1 - La mesure des facteurs de forme

Après rebond sur un objet, un jet d'eau prend une nouvelle forme qui dépend de l'objet. Une sphère métallique ne renvoie pas le jet comme un cigare ou une soucoupe. Le phénomène varie selon l'orientation de la soucoupe ou du cigare*, et selon que ces objets sont immobiles ou tournent sur eux-mêmes. Un cigare qui tourne autour de son grand axe ne « répond » pas au jet comme un autre cigare qu'on fait tourner après l'avoir suspendu par son milieu à une ficelle. De même, le jet ne sera pas dévié de la même façon s'il arrose une assemblée de cigares tous parallèles tournant tous autour de leur grand axe ou une bande de cigares anarchistes orientés à la diable et pivotant comme il leur plaît.

Ces observations montrent l'influence de la forme et des mouvements « intrinsèques » des corps qui renvoient un faisceau de gouttes d'eau ou... de particules. Précisons : si l'on place un récipient à un endroit précis sur le chemin des gouttes d'eau qui viennent d'être déviées – diffusées, disent les physiciens –, ce récipient se remplira plus ou moins vite selon le nombre de gouttes qui parviennent en cet endroit précis. Ce nombre de gouttes dépend

évidemment de la forme du jet après diffusion, forme qui dépend de celle de l'objet diffuseur. En fin de compte, la probabilité pour qu'une goutte d'eau soit diffusée dans la direction du récipient dépend de certains facteurs, dont l'un est lié à la forme de l'objet diffuseur**.

À Cebaf, les physiciens arrosent des protons*** avec un fin et très intense faisceau d'électrons. Un électron passant près d'un proton est, un bref instant, attirés électriquement car les deux particules ont des charges opposées. Cette attraction dévie l'électron d'un angle qui dépend de son énergie, de la distance à laquelle il s'est approché du proton et de la répartition de l'électricité et du magnétisme à l'intérieur du proton (les facteurs de forme électrique et magnétique). L'expérience consiste à compter pendant un temps donné le nombre d'électrons diffusés dans une direction donnée, puis de diviser ce nombre par le nombre d'électrons arrivés sur la « cible » pendant le même temps. Les chercheurs mesurent ainsi la probabilité – la section efficace – de diffusion d'un électron par un proton, et en déduisent la valeur des facteurs de forme.

Joël Martin (SPhN)

* Ce n'est pas le cas de la sphère qui paraît toujours une sphère quel que soit l'angle sous lequel on la voit.

** Voir aussi « Billard corpusculaire et super-microscope » en page 1 de ScintillationS n° 42.

*** Ils les trouvent en abondance dans l'hydrogène, élément dont le noyau est fait d'un proton isolé.

Pour connaître plus finement le nucléon, les physiciens ont cherché à distinguer la contribution de chaque facteur.

Pour voir de plus en plus près, voir des détails de plus en plus petits, il faut augmenter l'énergie de la sonde. C'est une contrainte de la nature. Dilemme : lorsqu'on accroît l'énergie des électrons, la contribution du facteur de forme magnétique augmente comme l'énergie, mais pas celle du facteur de forme élec-

trique. Résultat : à haute énergie, on voit très fin, mais le facteur de forme magnétique masque complètement l'électrique. Autant chercher une luciole dans la lumière d'un phare de voiture.

Eh bien on y arrive, à Cebaf, grâce (entre autres), à la polarisation (encadré 2).

Akhiezer et Rekalov, de Kharkov, en Ukraine, ont calculé dès 1968 (la manipulation était alors impossible) que, lorsque les

Encadré 2 - Polarisation et finesse d'observation

Le proton est une particule qui possède une forme, une charge électrique répartie d'une certaine façon au sein de cette forme, et un spin. Le spin est une grandeur intrinsèque de la particule que l'on n'appréhende vraiment qu'avec la mécanique quantique. Très schématiquement, il se caractérise par une rotation de la particule sur elle-même autour d'un axe dont la direction peut varier et qu'on appelle parfois l'orientation du spin. L'électron aussi a un spin. Dans un faisceau ou dans une cible, les spins s'orientent n'importe comment. On imagine le joyeux mélange lorsqu'une horde de petites toupies-électrons de toutes les orientations possibles déferle sur une collection de toupies-protons elles aussi orientées au hasard. Le processus de diffusion peut être globalement observé, mais l'observation est plus nette si l'on s'affranchit du flou qu'entraîne l'incertitude sur les orientations des spins*, en leur imposant une seule orientation. Cela s'obtient par la polarisation. Les mesures « en polar » révèlent plus clairement les propriétés d'une particule.

J. M.

* Ce n'est qu'une image, mais vous comparez mieux l'énergie de deux ballons de rugby qui vous « frottent le dos » si, dans les deux cas, c'est le bout pointu qui vous a touché. C'est plus difficile si l'un des ballons vous arrive par la pointe et l'autre par un endroit plus plat. La rotation du ballon sur lui-même intervient dans l'impact, en plus des autres propriétés.

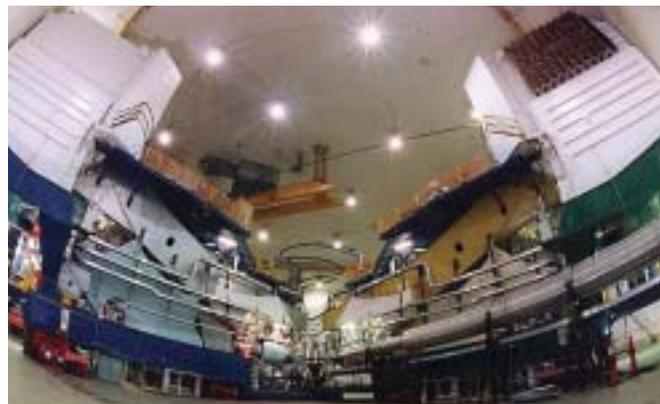
électrons incidents et les protons sont polarisés (*figure*), la probabilité de diffusion dépend du rapport G_E/G_M des deux facteurs de forme. Il est alors bien plus facile de voir comment varie leur importance relative lorsque change l'énergie⁴. Cela donne une bien meilleure perception des rôles respectifs de son électricité et de son magnétisme dans la réponse du proton au chocs des électrons.

Des mesures de diffusion électron-proton ont été réalisées ailleurs dans le passé, mais entachées d'incertitudes si grandes qu'elles masquaient l'éventuelle variation du rapport G_E/G_M .

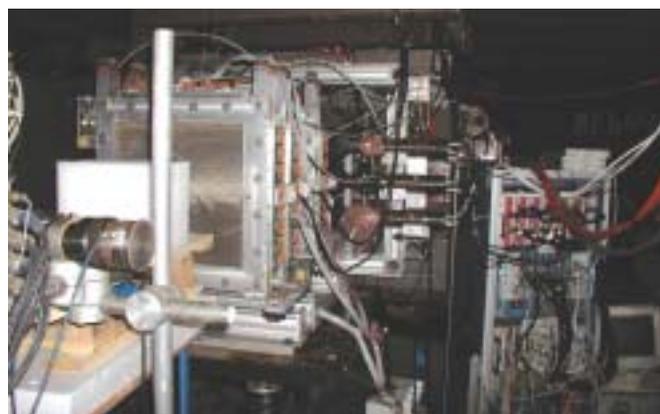
Or Cebaf réunit un ensemble unique de performances : pouvoir séparateur adapté à l'échelle d'observation, éclairage extrêmement intense, finesse d'observation grâce aux faisceaux *polarisés* et aux dispositifs associés pour mesurer la polarisation (n° 30 et 42). Cet ensemble a permis de lever le doute : le facteur de forme électrique ne varie pas à la même allure que le magnétique quand varie l'énergie.

C'est un résultat assez fantastique puisque, sous un éclairage enfin suffisant, celui du « super microscope » Cebaf, le proton se montre différent quand change le grossissement. Encore plus surprenant : le rapport G_E/G_M diminue tellement, que si l'on extrapole à des énergies plus élevées, *il tend vers zéro* ! Or une fraction est nulle quand son numérateur est nul. C'est quoi, un proton avec un facteur de forme électrique nul ? Nos notions familières de charge électrique vacillent ! On comprend l'excitation des chercheurs et leur vif désir de pousser plus loin en utilisant Cebaf au maximum de ses possibilités.

Source : Egle Tomasi (SPhN)



Vue générale du Hall A avec les 2 spectromètres à haute résolution. L'un des deux (voie « électrons ») avait été remplacé par le calorimètre pour la mesure décrite ici.



Polarimètre POMME installé à Dubna pour une étude préliminaire de la faisabilité de l'expérience au Jlab.

La nouvelle organisation du DAPNIA

Le 1^{er} janvier 2002 a vu la mise en place de la nouvelle « Instrumentation Associée » du Dapnia, concentrée sur trois services. Un bilan est prématuré, mais voici quelques mots sur la mise en place de cette réorganisation.

De nombreux échanges de vues me font espérer qu'elle facilitera le décloisonnement et allégera l'organisation, augmentant ainsi l'efficacité de chacun pour encore mieux faire avancer nos projets.

Les chefs de service ont voulu des structures « compactes » à nombre réduit de laboratoires (anciennement et encore parfois appelés « groupes »). Chaque fois que c'était possible, ils ont privilégié le brassage des équipes venant de services différents. C'est dire l'importance du rôle des chefs de laboratoire que j'ai récemment nommés.



Joël Feltesse passant le témoin

Une des grandes forces du Dapnia réside dans son fonctionnement centré sur les projets. Nous poursuivons le gros effort déjà accompli, pour anticiper les problèmes liés à des difficultés de ressources (humaines, financières), pour mieux suivre les phases de réalisation et assurer le « retour d'expérience ».

Mais n'oublions pas que la place du Dapnia dans la communauté scientifique en France, en Europe et dans le monde, tient plus aux femmes et aux hommes de ce département qu'à son organisation. Je compte avant tout sur vos idées, votre enthousiasme, votre foi en ce que vous faites, pour que le Dapnia conserve la place qui est aujourd'hui la sienne.

Michel Spiro, chef du Dapnia

La réorganisation a entraîné du mouvement parmi les chefs de service.

Bernard Aune (SEA) et Marcel Jacquemet (STCM) sont remplacés par Alban Mosnier à la tête du Service des accélérateurs, de cryogénie et de magnétisme (SACM), issu de ces deux services.

Malgorzata Tkatchenko, (SGPI) et Jean-Claude Languillat (SIG) laissent la place à Pierre-Yves Chaffard, nouveau chef du Service d'ingénierie des systèmes (SIS), issu de la fusion de ces deux services.

Philippe Mangeot (SED) et François Darnieaud (SEI) passent le témoin à Philippe Rebourgeard qui mène les destinées du nouveau SEDI. Philippe Mangeot (ex-SED) et Patrick Le Du (SPP),

(4) Si par exemple G_E varie, en fonction de l'énergie, du centième au dix-millième de G_M , on n'en verra rien si l'on ne mesure, que la somme $G_E + G_M$. Le pauvre petit G_E n'émergera pas de l'incertitude globale. Mais on verra cette variation de G_E si l'on mesure le rapport des deux grandeurs.

sont chargés d'une mission de mise en relation des compétences du Dapnia dans les domaines de la physique et de l'instrumentation avec les besoins de la biologie et de la médecine. Quelle belle mission que d'échanger des savoir-faire avec ceux qui nous soigneront peut-être demain. François Darnieaud devient membre de la Cellule Projets Transverses à la DEN. Bonne chance et bons succès !

Marcel Jacquemet et Jean-Claude

Languillat rejoignent Sophie Portier et Patrice Micolon comme adjoints à Michel Spiro.

Au SAP, Pierre-Olivier Lagage prend le relais de Laurent Vigroux et, au SPhN, Nicolas Alamanos a déjà pris celui de Jacques Martino. Les autres chefs restent en place.

Bonne chance à toutes et à tous.

Une bise spéciale à Malgorzata Tkatchenko partie diriger le Dimri. Pendant la

transition, son intérim au SGPI a été assuré par Didier Béderède et Martial Authier, que *ScintillationS* remercie vivement pour avoir, en plus, assuré au pied levé la diffusion du n° 53.

Une chaleureuse bienvenue au « petit nouveau » Pierre-Yves Chaffard, ingénieur en génie mécanique qui vient du centre DAM de Bruyères-le-Châtel où ses compétences s'exerçaient entre autres en matière de coordination et de prospective.

Le SEDI, fusion du SED et du SEI

Le Service d'Electronique, des Détecteurs et de l'Informatique regroupe les SED et SEI, que renforcent cinq agents du SIG et un agent du SGPI.

Avec ses 152 agents, dont 79 ingénieurs, le SEDI est le plus gros service du Dapnia.

Ses missions, résumées dans l'encart à droite, vont de l'art du détecteur à l'exploitation des données.

Le SEDI s'organise en six laboratoires :

L'antenne Cern.

Sa mission principale est d'aider à mettre en place les contributions du Dapnia aux expériences menées au Cern. Elle gère aussi le parc des véhicules et facilite les relations avec l'organisation (gestion des comptes Cern, dédouanement, etc.)

Le laboratoire de Traitement des données, acquisition et processeurs spécialisés (Traps.)

Fort de quatorze ingénieurs et d'un technicien, il se consacre à l'électronique numérique et à l'informatique en temps réel. L'imbrication de ces deux compétences permet de concevoir, de modéliser et de simuler des circuits ou des systèmes numériques (Asic ou FPGA) à l'aide de langages de haut niveau. Le Traps est principalement engagé dans les expériences Antares¹, Megacam et Herschel-Spire. Il a initié plusieurs programmes comme Mordicus (R&D de génie logiciel visant une conception simultanée du matériel et du logiciel), Stuc (Sonde de test USB configurable) et participe au projet Datagrid (projet européen de grille de calcul, voir *Scintillation* n° 48.)

Le Laboratoire de physique des Détecteurs, d'Electronique et de micro électronique Frontale (LDEF)

Ce laboratoire de treize ingénieurs et dix techniciens regroupe les compétences du SEDI dans le domaine de la physique des détecteurs (bolomètres, détecteurs gazeux, cristaux scintillants et détecteurs à état solide) et de l'électronique analogique (à composants discrets ou basée sur des Asic « full custom ».)

Deux agents du LDEF sont basés au Laboratoire souterrain de Modane où ils participent aux expériences menées par le département dans le domaine des faibles radioactivités.

Le LDEF est engagé dans de nombreux projets, qui requièrent le développement d'Asic spécifiques, comme Antares, Compass ou Must. Il participe également aux projets Edelweiss, Vamos, Herschel-Spire et Kabes. Il collabore avec des physiciens du SPP et du SPhN sur plusieurs projets de R&D comme Crystal Clear, Lens, Micromegas ou Felice (détecteurs à pixels actifs Maps et Micromegas, voir *ScintillationS* n° 38).

Le Laboratoire d'études, de développement et d'intégration de Systèmes Electroniques et Opto-électroniques (LSEO)

Les missions du LSEO (dix ingénieurs et dix-huit techniciens) figurent dans son intitulé. Il développe les bancs de tests nécessaires à leur validation, gère les achats et les sous-traitances de matériel électronique ainsi que les outils de CAO destinés à la conception, à la simulation et au routage des cartes électroniques et des circuits microélectroniques. Il peut prendre en

charge la réalisation de prototypes.

Le LSEO est principalement engagé dans les expériences LHC : Atlas (carte « tower

- Le SEDI conçoit et développe de nouveaux concepts en matière de détection des particules ou du rayonnement, d'électronique d'acquisition et de logiciels associés.

- Il conçoit, réalise et met en œuvre des ensembles de détection dans le cadre des programmes du département.

- Il conçoit et développe les circuits électroniques et les logiciels destinés à acquérir et à traiter en « temps réel » les données issues de ces ensembles de détection.

- Il conçoit et développe les outils logiciels que requiert l'analyse des données issues des expériences de physique.

- Il conçoit, développe, met en œuvre et maintient les moyens de caractérisation et d'essais des chaînes de détection.

- Le SEDI assure en outre :

- Une mission d'expertise et de valorisation dans ses domaines de compétence,
- Le développement et la maintenance de l'environnement informatique nécessaire aux activités du département (serveurs, réseaux, bureautique, intranet...),
- L'approvisionnement et la gestion des composants électroniques que requièrent les projets et les expériences.

(1) On peut consulter le lexique des sigles dans *ScintillationS* n° 47

builder ») et CMS (module de contrôle). Il est aussi fortement impliqué dans le projet Glast.

Le Laboratoire d'études, de développement et d'intégration des détecteurs (Lid)

Le Lid, dont les missions sont précisées dans son intitulé, s'appuie sur neuf ingénieurs qui sont pour la plupart chefs de projet et vingt-trois techniciens. Il participe à la conception, cruciale pour la suite d'un projet, des détecteurs en liaison étroite avec les physiciens et le bureau d'étude du SIS (issu de la fusion du SIG et du SGPI). Lors de cette phase, les ingénieurs et techniciens du Lid apportent leurs connaissances du fonctionnement des détecteurs, leurs compétences en architecture mécanique ou thermique et leur expérience des phases d'assemblage et d'intégration. Grâce à ce rôle pivot, le Lid participe pratiquement à tous les projets de détection du Dapnia. Aujourd'hui, il est engagé dans Atlas (Production des modules du calorimètre électromagnétique), Compass (chambres à dérive et détecteurs Micromegas), Antares (modules optiques), Megacam (phase finale d'intégration), Alice (prototypes des chambres) et NGST (architecture mécanique).

Le Laboratoire d'informatique scientifique (Lis)

C'est le plus étoffé du SEDI, avec vingt-trois ingénieurs et dix techniciens spécialistes en informatique, dont la majorité répond aux besoins très divers du département en matière de réseaux et de systèmes (Unix, Linux, MacOS, Windows). Une fraction importante et croissante du Lis travaille en symbiose avec les physiciens sur les bases de données et les logiciels déployés par les grandes collaborations (BaBar, CMS, Atlas, D0). Une équipe du Lis est fortement associée au SAp pour développer des méthodes d'analyse. Enfin, le Lis participe à des projets allant de la mise en place des sites web du Dapnia à l'étude des grilles de calcul Datagrid.

La mise en place, dès cette année, du groupe informatique de la DSM (Uti) devrait s'accompagner d'une structuration plus prononcée du Lis et permettre une coordination de l'informatique au niveau de la DSM, à Saclay.

Ce panorama montre l'étendue des moyens et des compétences du SEDI, que



Rencontre DIMRI - SEDI. Au rétro : Yanis Giotomaris (du SEDI). A droite Malgorzala Tkatchenko (chef du Dimri), Philippe Rebourgeard, chef du SEDI et d'autres auditeurs attentifs

ses missions placent au cœur des objectifs de physique du département. En symbiose avec les autres services du Dapnia, il lui faudra relever les défis des expériences présentes et futures dans le domaine de la détection, de l'électronique frontale, de l'acquisition et du traitement du signal ainsi que du stockage et de l'exploitation des données. Pour répondre à cet objectif, nous souhaitons :

- **développer les liens entre les services de physique et les équipes du SEDI.** Cela suppose en particulier d'être associé très tôt aux choix des instruments et de travailler en liaison étroite tout au long du projet en dépassant le cadre d'une simple relation client-fournisseur.

- **approfondir le mode d'organisation par projet.** Le SEDI est impliqué dans plus de vingt projets de physique. Il faut que le partage des ressources s'effectue en toute transparence, conformément aux priorités définies par le département. Il doit aussi

favoriser la création d'équipes stables et solides travaillant sur un même projet.

- **renforcer la communication et les liens internes.** L'intérêt d'un service comme le SEDI réside dans la grande diversité de ses métiers. Il faut développer les liens entre ces différentes composantes pour qu'émergent des solutions globales associant par exemple le détecteur et son électronique frontale, ou encore l'acquisition et le traitement des données.

- **développer les activités de recherche et de développement.** Les métiers de l'électronique et de l'informatique évoluent au rythme des progrès de ces disciplines. De même, plusieurs techniques de détection ont connu au cours de ces dernières années d'importantes innovations. Nous nous devons d'accompagner ces évolutions pour maintenir notre niveau technologique et préparer l'avenir.

Philippe Rebourgeard (chef du SEDI)

Quand le SEDI rencontre le Dimri

Le 14 mars dernier, la salle Berthelot du 141 (un des hauts lieux du Dapnia) répandait une délicieuse odeur de café et un bourdonnement de ruche. On manquait de chaises pour asseoir tous les participants à une première : le SEDI, recevait le Dimri, que dirige Malgorzala Tchatchenko, ancienne chef du SGPI.

Le Dimri (Département de l'instrumentation et de la métrologie des rayonnements ionisants) fait partie de la DRT. Parmi ses missions : la métrologie de la radioactivité, le développement de références dosimétriques nationales et internationales, l'instrumentation et le traitement du signal pour l'industrie nucléaire.

Le SEDI et le Dimri étaient faits pour se rencontrer. Ils développent tous deux des

détecteurs de particules ou de rayonnements, ainsi que des moyens de traitement du signal. Phonons et photons ignorent les cloisons administratives Sur Terre ou dans l'espace, un bolomètre reste un bolomètre dans toutes les directions, DSM ou DRT. Il en est de même pour une installation cryogénique, un calorimètre, ou une puce électronique durcie aux rayonnements.

Cette rencontre d'informations réciproques sur les activités parallèles et/ou complémentaires des deux unités devrait être suivie d'autres, et déboucher sur de fructueuses collaborations.

C'est sur ce vœu prometteur que les deux parties se sont quittées, rayonnantes et pleines d'énergie.

Une nouvelle politique pour les publications du Dapnia

Le Dapnia produit en moyenne 500 publications chaque année, articles de revues scientifiques, compte-rendus de conférences etc. qui requièrent une prise en charge performante et de mieux en mieux organisée.

Aussi avons-nous décidé d'améliorer différents volets de notre fonctionnement. Nous comptons bien sûr sur le concours des auteurs. Petit rappel : une demande d'autorisation doit précéder toute publication, y compris les contributions aux conférences.

Les publications sont désormais classées en 9 types : articles de périodiques, contributions aux conférences, posters, rapports internes (amis techniciens n'hésitez pas à nous faire parvenir les vôtres), rapports, thèses soutenues et habilitations à diriger des recherches, mémoires de stages, cours et comptes rendus d'école, et enfin les ouvrages édités sous la responsabilité du Dapnia.

Nous avons changé la nomenclature des « références Dapnia », de façon à obtenir

des listes de publications plus cohérentes. Les informations, que livrent certains de nos « outils de travail maison », comme le serveur web des *preprints* (fichiers de prépublications) vont être restructurées en fonction du nouvel organigramme du Dapnia.

La nouvelle nomenclature ne tiendra plus compte du nom du service « émetteur » de la publication, qui restera toutefois consigné dans les bases de données. Le numéro d'identification d'un article du Dapnia, comprendra trois parties : le préfixe Dapnia suivi d'un numéro indiquant l'année de la publication (02 pour 2002), et d'un numéro d'ordre attribué à l'article. Ex : Dapnia-02-01.

Chaque auteur devra fournir un mot-clé générique qu'aura choisi son chef de service (plus, éventuellement, des mots-clés secondaires) correspondant au sujet de son article.

Comme il est actuellement difficile de répertorier nos articles dans les bases de données et moteurs de recherche internationaux à cause de la grande diversité des

libellés employés par les auteurs pour désigner les adresses de leur laboratoire, nous recommandons de faire figurer comme suit le nom de notre organisme Les mentions DSM, Dapnia et aussi Saclay (qui fait notre renommée – voir le compte rendu 2001 du comité d'évaluation) sont essentielles :

DSM/Dapnia, CEA/Saclay,
F-91191 GIF-SUR-YVETTE

On peut préciser le service en toutes lettres ou par son sigle, exemple :

DSM/Dapnia/SAP, CEA/Saclay,
F-91191 GIF-SUR-YVETTE

Nous allons vivement encourager la diffusion externe de nos *preprints* par le web. Nous préparons une nouvelle version du serveur de *preprints*, avec le passage à un véritable système de gestion de base de données.

Dans cette logique, les *preprints* seront désormais classés par domaines d'activité et non par service, avec une aide à la recherche par mots clés, qui sont donc essentiels.

Grâce à la diffusion par courrier assurée par le groupe documentation sera réduite au minimum.

Angèle Séné (Dir)

Faits marquants

Un ballon à remonter le temps Vol réussi pour l'expérience Archéops

Trois cents mille ans après le Big-Bang, l'univers devient transparent et se peuple de photons. La bulle univers est encore relativement petite et très chaude. Quinze milliards d'années plus tard, de nos jours, l'univers s'est démesurément dilaté et refroidi. Mais les photons sont toujours là. Nous baignons dans un rayonnement fossile, réparti de façon quasi homogène dans tout le cosmos.

Observer ce rayonnement fossile permet d'avoir une « photo » de la structure de l'univers il y a 15 milliards d'années. Cette photo montre des « grumeaux » d'un intérêt crucial car leur étude permet de mieux comprendre comment de telles inhomogénéités ont pu former des galaxies et autres structures cosmiques. Les astrophysiciens cherchent donc à en établir la carte la plus précise possible. C'est une façon de



Décollage d'Archéops

remonter le temps jusqu'aux 300 000 premières années de l'univers.

Ces mesures, très délicates, ne peuvent

se faire que hors atmosphère par satellite. Mais un ballon stratosphérique permet d'intéressantes mesures préliminaires.

Archéops, un ballon d'hélium de 400 000 mètres cubes s'est envolé de Suède le 7 février 2002 emportant un télescope à bolomètres (voir l'article sur Edelweiss dans *Scintillation* n° 33). Un périple de douze heures trente au dessus de l'Oural et de la Sibérie l'a mené près de l'océan Arctique où il a été récupéré non sans difficultés.

L'appareillage s'est montré opérationnel et bon pour le service sur satellite.

Cette expérience est le fruit d'une collaboration internationale groupant la France, l'Italie, le Royaume Uni et les Etats-Unis. L'équipe du SPP participe au pointage de l'appareil, au traitement des données et à l'analyse des résultats.

Source : Christophe Magneville et
Dominique Yvon (SPP)

Les Dalton en Virginie !

Après 16 mois d'étude et réalisation au Dapnia et 3 mois de période probatoire, les quatre segments jumeaux du détecteur



Assemblage des segments «Joë» et «Averell» du détecteur Happex2

Happex2 sont transférés à Cebaf en Virginie où, tels les quatre Dalton¹ arrêtant des diligences, ils pourront intercepter des convois d'électrons...

Chaque segment est fait de laiton et de silice. Le passage d'un électron dans le laiton forme une gerbe électromagnétique qui produit de la lumière Čerenkov (voir *Scintillation* n° 23) dans la silice.

Les tests au Dapnia avec des rayons cosmiques ont montré que la lumière Čerenkov, bien produite dans la silice, se propage bien vers les photomultiplicateurs.

Ces segments seront utilisés dans 3 prochaines expériences de violation de parité du Hall A de Cebaf (voir *Scintillation*

n° 42), avec des cibles d'hydrogène, d'hélium et le plomb, pour des études allant du contenu étrange du nucléon (voir *Scintillation* n° 51) à la disposition bizarrement périphérique des neutrons dans le noyau de plomb...

La suite en Virginie, où nos quatre jumeaux seront réassemblés, testés avec des électrons de 3 GeV, puis installés dans les spectromètres à haute résolution du Hall A pour y prendre du faisceau plein pot en février 2003... Averell, arrête de manger tous les électrons ! Goûte plutôt ce lait bien testé !

Sophie Salasca (SEDI) et
David Lhuillier (SPhN)

Un télescope cubique pour un billard gamma : le Cube Compton

Parmi les propositions du SAP soumises au Cnes, figure un télescope gamma omnidirectionnel embarqué sur un microsatellite. Ce télescope, sensible aux photons d'énergie comprise entre 100 keV et 2 MeV, est destiné à dresser une cartographie complète du ciel et à détecter des phénomènes épisodiques.

Ce télescope est constitué de 6 caméras gamma héritières d'Isgri (la caméra basse énergie de l'instrument Ibis à bord d'Integral, voir *ScintillationS* n° 52). De forme cubique, il utilise la diffusion Compton (*encadré*), d'où son nom de « Cube Compton ».

Le 18 janvier 2002, un séminaire réunissant au Service d'Astrophysique une trentaine de participant(e)s de divers laboratoires a passé en revue les objectifs scientifiques de ce projet.

Après une présentation des performances attendues du Cube Compton, plusieurs experts ont présenté sa moisson possible dans les domaines des novæ classiques et X, sursauts gamma, noyaux actifs de galaxies, milieu interstellaire (cartographie et spectroscopie), fond diffus extragalactique. Un super-cube prometteur !

Christian Gouiffès et François Lebrun (SAP)

La diffusion Compton, c'est du billard entre un photon et un électron : le photon est dévié lors du choc, perd de l'énergie et propulse l'électron. Un photon cosmique tombant sur le télescope subit une diffusion sur une des faces du cube, puis il est absorbé sur une autre face. Or, dans une diffusion Compton, l'angle de déviation du photon est directement lié à son énergie incidente et à sa perte d'énergie. En relevant la position des deux impacts et en mesurant la perte d'énergie du photon sur chacune des faces du cube, on peut déterminer l'énergie et la direction du photon incident.

J. M.

Record mondial à Compass

En septembre 2001, la collaboration Compass a obtenu un taux de polarisation record : 59%, sous un champ magnétique de 2,5 teslas, dans un litre de deutérium de lithium-6. Ce record est crucial car plus la polarisation est élevée, plus le signal du phénomène recherché – la polarisation des gluons dans un nucléon polarisé – est fort.

Cette performance doit autant à la maîtrise de la préparation du matériau qu'à l'excellente qualité de l'aimant de polarisation, né au STCM, puisqu'il s'agit de l'ancien aimant utilisé par SMC (Spin

Muon Collaboration, au Cern). Elle se complète du tour de force que fut la mise en service en 2001 des plus grands détecteurs à microstrips jamais construits que sont les Micromegas de Compass, conçus et réalisés au Dapnia.

Associés aux grandes chambres à dérives également *made in Dapnia*, ces détecteurs vont-ils battre des records de précision de trajectoires de particules ? Vous le saurez dans un prochain *ScintillationS*.

Jacques Ball et
Alain Magnon (SPhN)



Chambre Micromegas pour COMPASS

(1) Pour les infortunés qui manquent de pèze et de BD, il s'agit d'une fine allusion aux quatre jumeaux Dalton : Joe, Jack, William et Averell, ennemis intimes et perpétuels de Lucky-Luke®, de Morris et Goscinny.

L'AG au SPhN

Le SPhN a eu la visite, le 8 février 2002, de Pascal Colombani, Administrateur Général du CEA, accompagné de proches collaborateurs, de représentants du haut Commissaire, ainsi que des directeurs des DSE, DEN, et DSM.

Michel Spiro a souligné l'intérêt de la physique nucléaire et son rôle au sein du Dapnia et du CEA. Nicolas Alamanos a présenté deux volets des activités du SPhN : structure nucléaire et retraitement des déchets. Dominique Goutte, directeur du Ganil, a présenté l'accélérateur et Spiral, et leurs perspectives. Les participants ont posé des questions sur la physique et l'avenir à long terme (scientifique et financier) du Ganil. Les visiteurs se sont arrêtés, pour finir, au point de visite du SPhN et à la source Silhi, injecteur pour accélérateur de protons à haute intensité.

Jean-Luc Sida (SPhN)

Rencontres du premier « Tipe »

Un des thèmes des travaux d'initiative personnelle encadrés (Tipe, voir n°53), que réaliseront en 2001-2002 les élèves de classes préparatoires aux écoles d'ingénieurs est : « Théories, modèles, procédés et technologies relatifs au noyau atomique ».

Les physiciens du Dapnia se sont empressés d'ouvrir un site internet (<http://www-dapnia.cea.fr/TIPE>) à la rentrée 2001 pour dialoguer avec les étudiants et les professeurs.

Dans la foulée, le SPhN a organisé le 23 janvier 2002, avec le soutien de l'Ucap, une rencontre avec les enseignants des « taupes et hypotaupes ». Au programme, différents aspects du noyau (théories et observations), l'apport des faisceaux exotiques, et les études menées au Dapnia en matière de transmutation des déchets nucléaires, *via* les mesures neutroniques et les réactions de spallation (*ScintillationS* n° 22 et 39).

Une trentaine de personnes venant de toute la France ont participé des ateliers l'après-midi. La visite des gros spectromètres de l'ancien ALS¹ et de la source de protons de grande intensité Silhi, les expériences installées au point de visite du SPhN sur la fission et la radioactivité, ainsi que la démonstration d'un réacteur ont

permis d'intéressants échanges.

Le SPhN souhaite voir encore défiler beaucoup de cars de taupins.

Laurent Nalpas (SPhN)

Pan ! sur le Becquerel

Le porte-parole de *ScintillationS* s'est emmêlé les pinceaux dans la légende de la carte des noyaux, page 2 du n° 53. Il fallait lire : « zone orange et marron des émetteurs de radioactivité bêta plus » et « zone bleue et verte des émetteurs bêta moins ». Merci aux nombreux lecteurs qui ont signalé cette « NDLR » de couleurs !

Par ailleurs, la présentation par le même porte-parole de l'article de Valérie Lapoux a pu laisser croire que c'était à Spiral qu'on produisait de l'hélium-8 pour la première fois². Or des faisceaux d'⁸He ont été produits ces dix dernières années au Japon (Riken), en Allemagne (GSI) et en Russie (Dubna), à des énergies comprises entre 25 et 700 MeV par nucléon. Mais c'est la première fois, au monde, qu'un faisceau d'hélium-8 est accéléré. De plus, il l'est dans un domaine d'énergie inexploré (15 MeV par nucléon). Cette double première est à mettre à l'actif du Ganil à Caen.

Va et vient

Janvier 2002 – Sophie Chastagner et Sylvie Daghljan sont mutées à la Dir. Bruno Charbonnier (DRSM) est muté au SED. Le SEDI se renforce de Charlotte Riccio (SIS), de Martine Seyranian (SAP), et de cinq agents du SIS : Joël Beltramelli, Philippe Charvin, Patrick Lamare, Patrick Magnier et Bernard Mazeau. Le SACM s'enrichit de André Biagini (SDA) et Jean-Dominique Douarin (SIS). Le SIS accueille Christine Toutain, Daniel Bogard, Michel Fontaine, Jean-Luc Jannin, Pierre Leaux, Pierre Mattei, Bernard Pindivic et

Armand Sinanna, venant tous du SACM. Enfin, Henri Safa passe du SACM au SPhN. Jean-Pierre Génin quitte le SEDI pour la Dir. Jean-Michel Lagniel va du SACM à la DAM. Les retraites et départs négociés ou en congé sans solde sont le fait de Nicole Lamour (SEDI), Michèle Ulma (SEDI), André Frelat (SDA), Jean-Paul Le Fèvre (SEDI), Alain de Lesquen (SPP), Jean-François Renardy (SPP) et André Zakarian (SPhN). Bienvenue et bonne chance à toutes et à tous.

Février 2002 – Nos vœux de réussite aux mutés de ce mois : Pascale Deck va du SIS au SEDI, Gilles Tricoche, du SIS au SPhN, et Pascal Gros est détaché du SACM pour prêter main forte à SOLEIL.

Regrets

Pierre Ageron, du SED, nous a quitté en octobre 2001.

Pierre était la joie de vivre, un technicien ingénieux, un collègue attachant et talentueux.

Il adorait la musique et la vie...

C'est encore parmi nous, sa seconde maison, où jusqu'aux derniers jours il venait pour oublier sa souffrance physique et morale.

Aujourd'hui, c'est le chagrin immense d'avoir perdu un collègue et ami.

Claude Mazur (SEDI)



Pierre Ageron

CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Michel SPIRO

COMITÉ ÉDITORIAL : Joël MARTIN (porte-parole), Claire ANTOINE, Joël BELTRAMELLI, François BUGEON, Rémi CHIPAUX, Philippe CONVERT, Françoise GOUGNAUD, Christian GOUFFES, Christophe MAYRI, Xavier François NAVICK, Yves SACQUIN, Jean-Luc SIDA, Angèle SÉNÉ, Didier VILANOVA

MAQUETTE : Christine MARTEAU

MISE EN PAGE : GRAPHOTEC

CONTACT : Joël MARTIN - Tél. 01 69 08 73 88 - Fax : 01 69 08 75 84 - E.mail : jmartin@dapnia.cea.fr

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

Dépôt légal mai 2002

41

(1) L'ALS (Accélérateur linéaire de Saclay), est un précurseur de Cebaf. Cet accélérateur d'électrons de 730 MeV permit de 1968 à 1990 des mesures sur le noyau impossibles auparavant et, avec le synchrotron à protons Saturne (1959-1997), contribua de façon décisive à l'émergence de la physique hadronique. (*Scintillations* n° 1, 25, 28, 30, 34, 39, 42, 46)

(2) On a simplement voulu dire qu'on avait produit de tels faisceaux à Spiral pour la première fois.