

« Ce sont les femmes et les hommes de l'Irfu qui en sont la véritable richesse. »

Philippe Chomaz

Le jour se lève sur la Toscane. Les yeux rougis par une nouvelle nuit sans sommeil, il dessine une machine volante de la main droite et prend des notes de son écriture spéculaire de la main gauche. Leonardo jette ses bras tentaculaires dans l'imaginaire.

Chaque progrès est une boucle dont la base est une idée. Qu'elle soit dans la continuité ou en totale rupture, elle est là. Toutes ne sont pas bonnes mais, dans le fourmillement, celle-là sera reprise par d'autres hommes, elle mérite que l'on passe à l'acte. Elle ne devient progrès pour l'Humanité que si sa mise à l'épreuve apporte de nouvelles connaissances.

Idees, actes, connaissances. Ce numéro de Scintillations est composé d'instantanés sur des moments clés de ces boucles de progrès. Des actes : Antares et Glast offrent depuis juin de nouveaux regards sur l'Univers alors que Spiral2 permettra l'observation de nouveaux phénomènes nucléaires en 2012. Des connaissances : les expériences BaBar, Clas et Spaladin présentent leurs résultats, résultats sur une idée en chemin pour Clas et progrès dans notre compréhension des lois de l'Univers pour BaBar et Spaladin.

Idees, actes, connaissances, triangle un peu simpliste. Leonardo attendra plusieurs siècles la concrétisation de certaines de ses idées. Attendre quoi ? Avancées techniques et moyens. Timepix est un bon exemple de progrès technologique qui rendra possible la concrétisation d'une idée, sans doute pas le rêve d'Icare et de Léonardo, dont on voit le dépassement dans l'envol de la fusée Delta emmenant Glast sur son orbite, mais une autre, tout aussi belle. Sa réalisation demandera sans doute des moyens comme ceux de l'Irfu, évoqués par Philippe Chomaz.

Ne sommes nous pas en train d'oublier l'essentiel ? Combien de boucles perdues si le savoir acquis n'est pas transmis à l'Humanité par l'archivage du chemin, depuis le jaillissement de l'idée jusqu'à la conclusion. Leonardo n'existerait pas s'il ne nous avait pas légué ses œuvres et ses écrits.

Soyons tous des Léonard.

Jean-Luc Sida

Sommaire

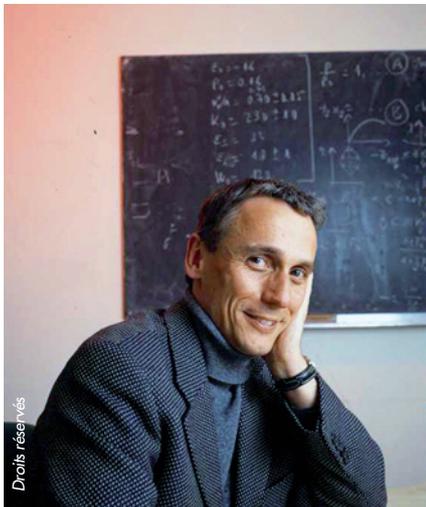
Mots

- ▼ Premiers Mots du nouveau chef de l'Institut
- ▼ Philippe Chomaz interviewé pour DSM.tv

ACTUALITÉS

- ▼ La quête du Spaladin p. 4
- ▼ TimePix, la petite puce qui compte p. 5
- ▼ Spiral2 lève le voile p. 6-7
- ▼ CPT mais pas brisé p. 8
- ▼ Explorer le nucléon, le chaudron dont rien ne sort p. 9
- ▼ Antares, un douzième œil scrute les abysses p. 10
- ▼ Le noir de l'espace éclairé par Fermi p. 11
- ▼ La gestion des archives à l'Irfu p. 12

Premiers Mots du nouveau chef de l'Institut



Droits réservés

48 ans,
Marié, deux enfants

- ENS-Ulm 1980
- Thèse en physique nucléaire expérimentale et théorique, IPN Orsay 1984
- HDR 1995
- Entrée au CEA en 1991 après six années au CNRS et 18 mois à Berkeley
- Directeur de recherche du CEA depuis 2004

Il préside le premier conseil scientifique physique de l'ANR (CSD4) de 2005 à 2007. Avant de prendre la tête de l'Irfu, il était l'adjoint du directeur du Ganil en charge de la physique depuis 2005, et de la sûreté depuis 2007.

Il reçoit le prix Jean Perrin en 2001 pour ses actions de vulgarisation scientifique et, en particulier, la création des « Bars des sciences ».

J'ai pris cet été la direction de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers. L'Irfu est l'héritier d'une longue histoire de découvertes fondamentales, d'innovation technologiques, de construction et d'exploitation de grandes installations, de collaborations internationales et de valorisation industrielle.

Mon action s'inscrit dans cette tradition. Je serai attentif à l'équilibre entre l'exploitation des instruments, la construction de nouveaux appareils et la préparation de l'avenir qui doit s'appuyer sur une vision prospective et une R&D approuvée.

« L'Irfu est l'héritier d'une longue histoire de découvertes fondamentales et d'innovations technologiques. »

L'Irfu est riche de sa double culture, la culture du CEA, grand organisme de recherche et de développement au service d'intérêts de la France, chargé de bâtir l'industrie du futur, et la culture de la communauté académique internationale, exploratrice des frontières de notre connaissance. Mon action visera à accroître la valeur ajoutée de l'Irfu à la fois au CEA pour l'ensemble de ses missions et dans le monde académique pour la recherche fondamentale et ses applications. Certes, dans un contexte économique national et international difficile, nous devons probablement anticiper des années budgétairement contraintes pour le CEA, la DSM et l'Irfu. Je m'attacherai à défendre notre Institut et mettrai en place les concertations internes et externes nécessaires pour gérer au mieux la situation. Je compte en particulier sur l'action de chacun pour permettre à l'Irfu de diversifier ses soutiens. Je mènerai une politique offensive auprès des nouveaux instruments de financement de la recherche telle l'ANR.

« Accroître la valeur ajoutée de l'Irfu à la fois au CEA et dans le monde académique. »

L'Irfu est fort de la collaboration entre ses équipes scientifiques qui positionnent l'Institut sur les questions les plus brûlantes et ses équipes techniques qui inventent et bâtissent les outils permettant de répondre à ces questions à travers des projets ambitieux et innovants. Les disciplines scientifiques et les méthodes expérimentales sont complémentaires et tendues vers le même but : comprendre les lois fondamentales de l'Univers. Mon action s'attachera à conserver la richesse de cette diversité scientifique et technique et à renforcer la coopération entre les différentes composantes de l'Irfu.

Je veillerai à l'organisation de l'Institut et de sa direction, à la gestion de ses ressources, à la pertinence des décisions et des arbitrages, à la qualité du reporting, à la préparation de son avenir, à l'anticipation de ses évolutions, à l'atteinte de ses missions, à la réussite de ses projets et à la qualité de ses recherches. Mais avant tout, comme je l'ai toujours fait, je garderai les valeurs humaines au cœur de mon action, car ce sont les femmes et les hommes de l'Irfu qui en sont la véritable richesse.

Je rejoins l'Institut à un moment exceptionnellement riche en avancées et aboutissements à la fois scientifiques et techniques. Le démarrage du LHC et les premières prises de données des trois grands détecteurs Alice, Atlas et CMS ; les premières images de Glast et le lancement prochain d'Herschel ; les avancées d'Iseult et de nos contributions à Spiral2, Fair, Xfel ; la montée en puissance d'Ifmif et la mise en place d'une contribution exceptionnelle de la France au Cern ; le démarrage d'Agata et la préparation des détecteurs pour les machines de physique nucléaire et de physique hadronique... Les années à venir s'annoncent passionnantes. Nous vivrons ces aventures scientifiques et techniques ensemble.

Philippe Chomaz

Philippe Chomaz interviewé pour DSM-tv

Philippe Chomaz prend la direction de l'Irfu au 1^{er} aout 2008, François Legrand, chargé de communication à la DSM, l'a rencontré pour DSM-tv et Scintillations. Cette vidéo ainsi que celle de Jean Zinn-Justin, présentant en quelques mots ses années à la tête de l'Institut, sont accessibles depuis les dépêches du site de l'Irfu.

François Legrand : Vous quittez le Ganil pour prendre la tête de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (Irfu), qu'est ce qui a motivé ce choix ?

Philippe Chomaz : L'Irfu est une superbe aventure scientifique. Je suis fier de me mettre au service de cet Institut et des recherches qu'il abrite qui s'étendent de l'astrophysique à la physique des particules en passant par la physique nucléaire sans oublier l'instrumentation et les applications.

FL : Qu'est ce que vous allez apporter à cette aventure ?

PC : Je vais tout d'abord amener une vision de la science, à la fois d'expérimentateur, de théoricien ayant travaillé dans différents domaines de la physique et de responsable de la science et de la technique sur une grande installation européenne. J'apporterai aussi un « parcours ». J'ai travaillé au CNRS, aux Etats-Unis puis au CEA et en parallèle pour l'ANR. Je vais ainsi mettre toute mon expérience au service de l'Irfu.

FL : Dans ce parcours, qu'est-ce qui vous servira le plus ?

PC : Paradoxalement, je vais prendre l'exemple de la sûreté. J'entre dans l'équipe de direction du Ganil en 2005. Pour mener à bien les projets scientifiques avec les faisceaux exotiques radioactifs du Ganil, il fallait que le Ganil soit reconnu comme une installation sûre, possédant une forte culture de sûreté. La seule solution était que la direction s'implique directement. J'ai décidé de prendre ce problème en main. En quelques mois, j'apprends ce qu'est la sûreté puis je réforme son organisation au Ganil. Un an après, une inspection de l'Autorité de sûreté nationale (ASN) range le Ganil parmi les bons élèves et reconnaît comme un point fort notre culture de sûreté.

FL : Donc quand un problème survient, vous relevez vos manches ?

PC : Oui. Il faut analyser où sont les difficultés et les prendre à bras le corps pour les solutionner. Je vois le poste de direction comme un travail où l'on analyse les opportunités, les difficultés, les risques. La sûreté d'une installation nucléaire de base (INB) force à mettre en œuvre beaucoup de rigueur et de sérieux dans l'organisation. C'est un atout pour tout poste de management.

FL : Vous avez assuré la Présidence du conseil scientifique pour la physique à l'Agence nationale pour la recherche (ANR) de 2005 à 2007, comment voyez-vous l'implication des physiciens de l'Irfu dans ces nouveaux outils de la recherche ?

PC : Quand on m'a demandé de présider ce conseil de l'ANR, je n'ai pas hésité une seconde. Le monde de la recherche change. Il faut donc distinguer deux questions. D'une part, il faut analyser ce contexte et si nécessaire chercher à le faire évoluer si nous le croyons perfectible ou non-satisfaisant. D'autre part, il faut le considérer comme notre contexte de travail (en tant que théoricien je dirai que ce sont nos conditions aux limites) et, dans ce cadre, optimiser le résultat de l'Irfu. Quel est le résultat attendu pour l'Irfu ? Comme son nom l'indique : faire avancer les recherches sur les lois fondamentales de l'Univers. Il faut garder cet objectif et s'adapter au contexte, utiliser ces nouveaux outils.

FL : Est-ce que la mise en route du LHC est une transition pour l'Irfu ?

PC : Le LHC va explorer un domaine d'énergie qui n'a jamais été observé avec des accélérateurs de particules. D'ici quelques semaines, nous allons enfin « voir » les premières collisions grâce aux extraordinaires détecteurs, Atlas, CMS et Alice. Les résultats, les découvertes nous attendent. C'est un moment passionnant dans la vie de notre Institut.

FL : Quels sont les projets qui interviendront par la suite ?

PC : Nous travaillons déjà à des projets ambitieux comme Clic ou ILC. En parallèle, les recherches sur les astroparticules explorent d'autres voies pour progresser en physique des particules. Les résultats du LHC vont être déterminants pour fixer les orientations futures.

FL : Vous vous êtes beaucoup impliqué dans la diffusion des savoirs, de la culture scientifique, quelle est la place de cette activité dans un organisme de recherche ?

PC : La diffusion des connaissances, la formation, l'information font partie des missions d'un institut comme le nôtre. Cela peut paraître de la langue de bois mais si vous regardez mon parcours, l'ensemble des actions de vulgarisation, de la création des "Bars des sciences" au centre de culture scientifique de Basse Normandie, j'ai toujours agi pour la diffusion des connaissances scientifiques. Je continuerai à la soutenir ici à l'Irfu.



Photos extraites de la vidéo réalisée par Dominique Marchand de la DSM.

La quête du Spaladin

Par Jean-Éric Ducret

© CEA Imeg In Irfu-Alain Pordier



© Digitalblasphemy.com

Que ce soit pour le développement de réacteurs sous-critiques pilotés par accélérateur ou pour protéger l'électronique embarquée sur des engins spatiaux, il faut comprendre les réactions nucléaires qu'un hadron léger de plusieurs centaines de millions d'électronvolts peut avoir dans la matière. Dans des expériences, menées au GSI (Darmstadt, Allemagne), les chercheurs ont montré que la désexcitation des noyaux formés dans ces réactions est de nature séquentielle, même pour de hautes énergies d'excitation : un guide essentiel pour affiner les modélisations.

(1) Ensemble des réactions entre un nucléon d'une énergie cinétique de l'ordre de la centaine de MeV et un noyau.

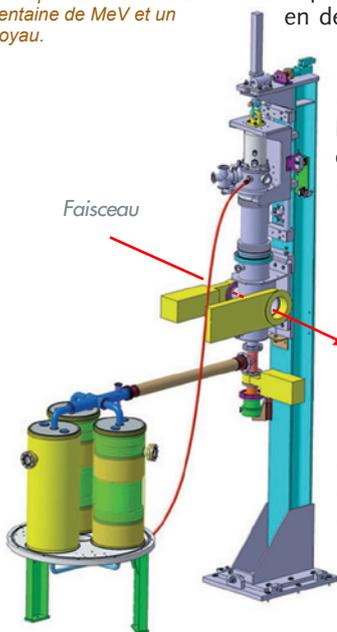


Figure 1 : La cible d'hydrogène liquide conçue et réalisée au Service des accélérateurs, de la cryogénie et du magnétisme (SACM) de l'Irfu et utilisée dans l'expérience Spaladin.

(2) Éric Le Gentil et al., Phys. Rev. Lett. 100, 022701 (2008)

L'étude de la spallation¹ vise à la compréhension des mécanismes de réaction et de désexcitation des noyaux atomiques. Quand le noyau est faiblement excité, on observe l'émission de particules légères de faible énergie : neutrons, protons ou alphas. On parle alors d'évaporation. Les noyaux lourds tels que le plomb ou l'uranium peuvent aussi se casser en deux noyaux de tailles à peu près identiques, c'est la fission. Lorsque l'excitation augmente, le système peut se briser en émettant un nombre croissant de fragments. Deux visions s'opposent pour modéliser ces désexcitations bien qu'elles donnent toutes les deux de bons résultats quand on les compare à l'expérience. Dans l'hypothèse simultanée, les noyaux se désexcitent d'un seul coup en émettant un ensemble de particules et de rayonnement. L'autre hypothèse suppose que cette désexcitation se fait de façon séquentielle, les particules étant émises l'une après l'autre.

Le groupe Spallation du Service de physique nucléaire (SPhN) de l'Irfu, au sein de la collaboration européenne Spaladin, utilise depuis plusieurs années la méthode dite de la cinématique inverse auprès de l'accélérateur du GSI (Darmstadt, Allemagne) pour étudier ces questions. Avec cette méthode, ce n'est pas un faisceau de hadrons qui est dirigé sur une cible mais, au contraire, un faisceau d'ions lourds qui est envoyé sur des hadrons (ici les protons d'une cible d'hydrogène liquide développée à l'Irfu, voir figure 1). Tous les fragments produits dans la collision sont entraînés vers les détecteurs. L'expérience Spaladin permet ainsi de mesurer l'ensemble des noyaux produits simultanément dans chaque interaction : ions lourds, particules légères chargées et neutrons.

La première réaction étudiée avec ce dispositif est la fragmentation du fer, un noyau qui comporte 26 protons. Cinq modes de désexcitation se cachent dans la réaction $^{56}\text{Fe} + p$ à 1 GeV (10^9 eV) par nucléon (figure 2). L'originalité de l'expérience réside dans la mesure de leurs contributions respectives à la probabilité de réaction. Ces données s'interprètent mieux avec un

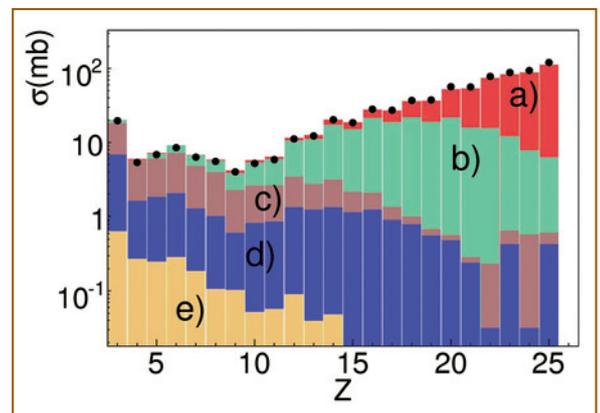


Figure 2 : Taux de production des fragments en fonction de leur numéro atomique Z dans la réaction $^{56}\text{Fe} + p$ à 1 GeV par nucléon (points noirs). Pour chaque Z , le taux de production est décomposé en 5 modes de désexcitation (barres de couleurs) caractérisés par l'émission simultanée de différents types de noyaux : a) un fragment (nombre de protons au moins égal à 3) et des nucléons; b) un fragment et un hélium; c) deux fragments au moins et un hélium; d) deux fragments sans hélium; e) trois fragments au moins sans hélium.

modèle de désexcitation séquentielle en introduisant un mécanisme de cassure asymétrique du noyau excité, similaire à la fission, et ce même pour les hautes énergies d'excitation. Ces résultats sont publiés dans *Physical Review Letters*².

Le programme Spaladin se poursuivra par l'étude de la spallation en fonction de la taille du noyau. La bonne compréhension de ce phénomène va permettre d'améliorer les modèles théoriques utilisés dans les différentes applications technologiques mettant en œuvre la spallation.

Jean-Éric Ducret est physicien nucléaire à l'Irfu/SPhN. Après avoir étudié la physique hadronique, il s'est intéressé aux problèmes des déchets nucléaires et à leur incinération par des techniques innovantes.

TimePix, la petite puce qui compte

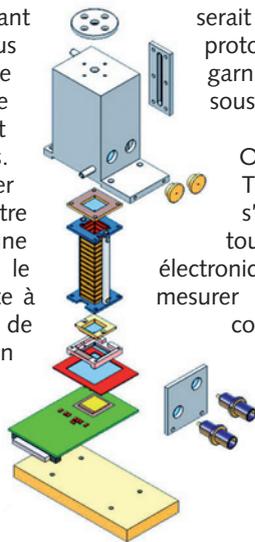
Par Paul Colas



David Attié et Paul Colas
matant leur puce.

La nouvelle application de Micromégas ne vient pas d'un développement du détecteur mais de l'introduction de puces, au pas de 55 micromètres, qui mesureront avec une grande précision le temps d'arrivée de l'avalanche. Notre prototype préfigure les grands détecteurs de particules chargées de l'ILC mais il pourrait aussi être utilisé pour la recherche de matière noire ou l'expertise d'œuvres d'art.

Un rayon X traverse le gaz en arrachant des électrons ça et là. Ils dérivent sous l'action du champ électrique vers la grille de Micromégas (Scintillations N°38). Le champ fort à proximité de cette grille induit une avalanche de plusieurs milliers d'électrons. Il y a alors différentes façons de les collecter sur l'anode. La nouveauté qui vient d'être mise en application à Saclay est le fruit d'une collaboration avec Nikhef¹ et le Cern, dans le cadre du projet européen Eudet². Elle consiste à utiliser comme anode une puce électronique de 65000 pixels, capable de répondre 0 ou 1 selon que le pixel a reçu ou non un signal. Chaque pixel est un carré de 55 micromètres de côté. Cette puce, TimePix, est l'évolution de la puce Medipix2 destinée à l'imagerie biomédicale X. Alors que Medipix compte le nombre de photons vus par chaque pixel pour définir des «niveaux de gris» et faire une image, TimePix est associée à une horloge sur chaque pixel permettant de mesurer le temps d'arrivée du signal avec une précision de la nanoseconde (10^{-9} s). Ainsi on peut construire une vue tridimensionnelle du nuage d'électrons formés par l'ionisation du gaz.



Vue éclatée du détecteur
TimePix-Micromégas.

serait fatale. Après le développement de ce premier prototype, nous réalisons un détecteur plus grand, garni de 8 puces, qui sera testé prochainement sous faisceau à Desy.

Outre l'utilisation pour les futurs grandes TPC³ de l'ILC, de nombreuses applications s'ouvrent pour ce détecteur. Il permet, en tout premier lieu, d'étudier les propriétés électroniques des gaz. Un seul rayon X suffit pour mesurer la vitesse de dérive des électrons et la comparer à la diffusion transverse, l'étalement de la gerbe que l'on mesure en regardant le nombre de pixels touchés. Ces grandeurs sont caractéristiques du gaz et mesurées ainsi avec une précision qu'aucune autre méthode ne peut atteindre.

On voudrait l'utiliser par ailleurs pour la recherche de matière noire afin de détecter l'ionisation produite par le recul des noyaux touchés par une particule de cette matière. Ceci est rendu possible par un tel détecteur, avec un avantage de taille : la directionnalité⁴. Le détecteur permettant de reconstruire la direction des ions de recul, on pourrait mettre en évidence un halo galactique de matière noire grâce aux mouvements de la Terre dans la Galaxie.

Un tel détecteur peut aussi être utilisé comme polarimètre à rayons X. En effet, un rayon X de basse énergie frappant un atome de gaz va arracher un électron et le réarrangement du cortège va générer un électron émis préférentiellement dans la direction de polarisation du rayon X initial. L'observation de la direction des électrons émis fournit donc une mesure de la polarisation. Une autre particularité de la puce TimePix est de pouvoir faire une spectroscopie sommaire, avec une résolution spatiale de 55 micromètres. Cela pourrait s'avérer très utile à l'expertise d'œuvres d'art, en permettant de détecter des pigments spécifiques par fluorescence X, même dans un minuscule coup de pinceau.

Paul Colas est physicien des particules à l'Irfu/SPP. Il étudie de nouveaux types de détecteurs gazeux qui pourront être utilisés dans les futures expériences des prochains collisionneurs.

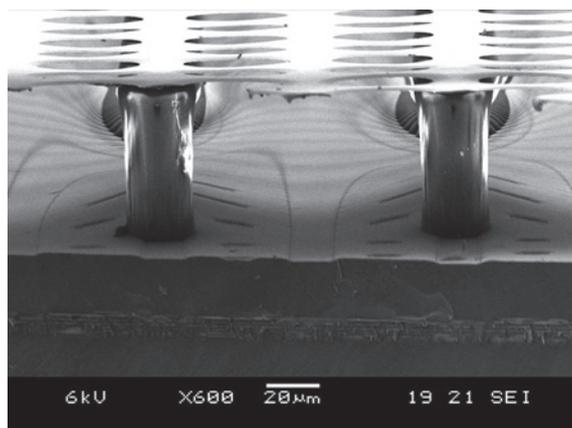


Photo au microscope électronique d'un détecteur InGrid (Nikhef/Twente), où la grille Micromégas et les piliers isolants qui la soutiennent sont réalisés par des procédés photo-lithographiques.

© Nikhef/Twente

(1) Nationaal instituut voor subatomair fysica à Amsterdam.

(2) Projet européen de recherches et développements de détecteurs pour l'International linear collider (ILC).

(3) Time projection chamber.

(4) NDLR Ce mot n'existe visiblement pas en français. Je regarde ce que Word me propose comme solution : Direction alitée. Sourire. Il est cinq heures, Paris s'éveille.

Spiral2 lève le voile

Notre compréhension du noyau s'est longtemps appuyée sur les caractéristiques des noyaux stables mais certains noyaux radioactifs présentent des propriétés inexplicables lorsque l'on s'éloigne de la vallée de stabilité. Ils échappent encore à une description par un « modèle standard nucléaire ».

La machine Spiral2 lèvera le voile sur de nouveaux phénomènes dans ces noyaux « exotiques » et nous espérons que ces données permettront une interprétation unifiée des propriétés nucléaires.



Opération à cœur ouvert d'un cryomodule par les chirurgiens du SACM.

Les noyaux instables sont produits en laboratoire ou dans les milieux stellaires. Ils sont dits « exotiques » car ils présentent des propriétés inhabituelles de structure qui mettent en défaut les modèles nucléaires usuels. Le modèle en couches des manuels de physique nucléaire, par exemple, que l'on croyait valable pour décrire la structure de tous les noyaux ne l'est plus pour ces noyaux. Dans ce modèle, un noyau ayant un nombre magique¹ est sphérique et a une plus grande stabilité que ses voisins. Les expériences ont montré qu'un noyau exotique pouvait avoir ce nombre magique de nucléons et être pourtant déformé.

• **Les noyaux déformés et les coexistences de forme.** Pourquoi les noyaux exotiques peuvent-ils prendre des formes extrêmes, voire en posséder plusieurs ?

En outre, en raison du flux élevé de neutrons créés, Spiral2 pourra être utilisé pour étudier les interactions neutron-noyau et l'irradiation de matériaux. L'Irfu contribue ainsi au programme *Neutron for science* (NFS) qui permettra d'étudier les matériaux des futures machines de fusion comme Iter et Demo.

La base de Spiral2 est un accélérateur linéaire cryogénique, le Linag², accélérant des ions lourds stables jusqu'à 14,5 MeV par nucléon avec une intensité inégalée de 1 mA et des deutons jusqu'à 40 MeV (5 mA). Ces derniers, envoyés sur une cible de carbure d'uranium, provoquent 10^{14} fissions par seconde. Les noyaux produits par ces fissions sont des isotopes radioactifs, très riches en neutrons. Ils sont extraits de la cible, sélectionnés et accélérés par le cyclotron Cime³ jusqu'à 6-9 A.MeV vers les aires expérimentales du Ganil.

La mise en service du Linag est prévue fin 2011, les faisceaux d'ions stables seront délivrés en 2012 et les faisceaux radioactifs produits en 2013.

Au niveau mondial, les principaux dispositifs concurrents d'ions radioactifs seront à Riken (avec *Rare Isotope beam factory* (RIBF) en fonctionnement depuis 2007), aux Etats-Unis avec le projet *Rare isotope Accelerator* (RIA) (2020 ?) et en Europe, GSI/Fair (2014). A plus long terme, le projet européen Eurisol (2016-2020) devrait compléter la gamme de faisceaux de Spiral2 avec des intensités accrues.

L'Irfu a des responsabilités techniques et scientifiques dans la réalisation du projet, en particulier pour l'étude

Les noyaux exotiques ont des temps de vie très courts. Il est impossible d'en faire des cibles. On les crée donc par réactions nucléaires puis on les accélère vers la zone expérimentale où ils seront étudiés. Pour produire et étudier des noyaux inconnus jusqu'alors, la communauté de physique nucléaire a décidé de construire un nouvel outil, le Système de production d'ions radioactifs en ligne N°2 (Spiral2), qui sera installé sur le site du Ganil, à Caen.

En 2006, les priorités scientifiques avec les futurs faisceaux de Spiral2 ont été définies par 19 lettres d'intention regroupant 595 physiciens de 34 pays. Les physiciens de l'Irfu sont présents dans douze d'entre elles et, parmi celles-ci, nous sommes co-porte-paroles de cinq lettres. Avec Spiral2, les équipes de l'Irfu veulent poursuivre trois axes de recherche :

• **Les noyaux très riches en neutrons.** Comment évolue la densité de matière des noyaux à mesure que l'on ajoute des neutrons ? Reste-t-elle uniforme ou apparaît-il une peau de neutrons (cf. Scintillations N°53) ?

• **Les confins.** Quelles sont les conditions de formation des noyaux aux limites de la liaison nucléaire ? Quels sont les éléments les plus lourds qu'il est possible de former et quelles sont leurs propriétés (cf. Scintillations N°45) ?

(1) Un nombre magique correspond à un nombre de protons ou de neutrons permettant de remplir une couche majeure. Il donne un surcroît de stabilité au noyau.

(2) Linag : Linear accelerator at Ganil.

(3) Cyclotron pour des ions de moyenne énergie.

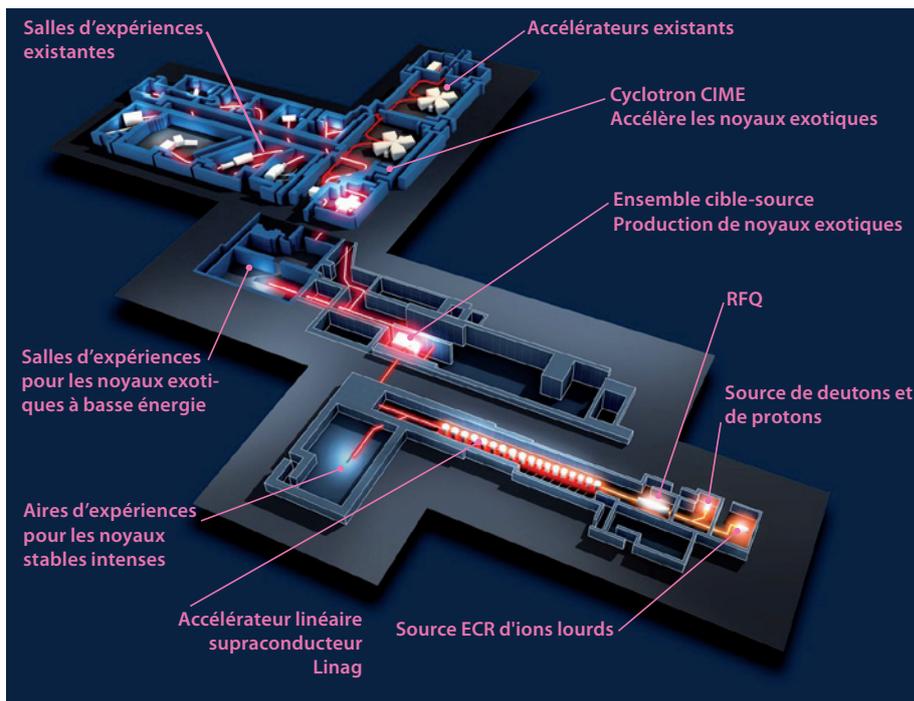


Schéma de l'implantation de Spiral2 au Ganil et des aires expérimentales actuelles.



© CEA Image Intra-Alain Pouché

Par Antoine Drouart et Valérie Lapoux

et la réalisation de plusieurs éléments de l'accélérateur (SIS, SACM, voir encadré bleu), l'expertise pour la dynamique des faisceaux (SACM), et pour la sécurité de l'installation (Senac). L'Irfu apporte aussi son savoir-faire en instrumentation avec des contributions du SIS et du Sedi (voir encadré orange).

Les lettres d'intention vont évoluer cette année en propositions d'expériences en vue de préparer les dispositifs expérimentaux pour l'arrivée des premiers faisceaux en 2012. Spiral2 lèvera alors sa voile vers une nouvelle région de la carte des noyaux.

Antoine Drouart et Valérie Lapoux sont physiciens nucléaires à l'Irfu/SPHN. Ils sont spécialisés dans l'étude de la structure des noyaux, avec un regard particulier sur les noyaux super lourds pour Antoine Drouart et sur les noyaux légers exotiques pour Valérie Lapoux.

Le projet Spiral2 sur la toile

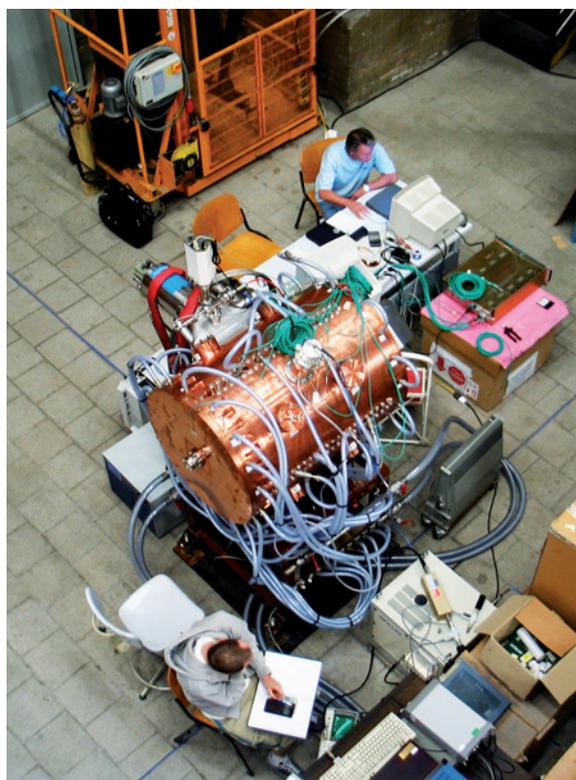
Voir pages Spiral2 sur le site de l'Irfu :

irfu.cea.fr

Ces pages sur le projet Spiral2 contiennent des informations détaillées sur les motivations physiques, les lettres d'intention, la construction de l'accélérateur et les collaborations.

On pourra aussi consulter les pages Spiral2 sur le Web du Ganil

www.ganil.fr/research/developments/spiral2/



Cavité accélératrice prototype de type RFQ.

Développements pour l'accélérateur

L'Irfu s'est engagé dans l'étude et la réalisation de l'accélérateur Spiral2. Ses équipes ont pris en charge l'injecteur, des cryomodules et le pilotage radio-fréquence des cavités.

- L'injecteur est la partie qui conduit les ions primaires de la source à la section supraconductrice de l'accélérateur. Selon leur masse (protons/deutons ou noyaux lourds), les ions sont extraits par deux sources différentes.
- L'accélérateur linéaire nécessite des cryomodules qui maintiennent les cavités accélératrices supraconductrices dans de l'hélium liquide à 4 K. L'Irfu a en charge la réalisation de 12 cryomodules jusqu'à leur livraison au Ganil : conception, suivi de réalisation, traitement chimique et préparation des cavités supraconductrices en salle blanche, test de validation des cavités, assemblage du cryomodule et tests en puissance à 4 K.
- La radio fréquence bas niveau est le système de contrôle en temps réel du champ électromagnétique des cavités accélératrices qui varie selon de multiples paramètres : température, vibration, passage du faisceau... L'Irfu met au point la partie électronique et informatique du système, totalement numérique pour garantir la souplesse requise au pilotage des différentes cavités.

Développements pour les détecteurs

Les études expérimentales consacrées aux ions radioactifs accélérés par le cyclotron Cime se dérouleront dans les aires expérimentales actuelles du Ganil. Elles nécessitent des outils de détection adaptés aux caractéristiques des nouveaux ions radioactifs. L'Irfu s'est notamment investi dans la conception et la construction de plusieurs détecteurs comme :

- Agata (Advanced GAMMA-ray Tracking Array), un détecteur de photons de haute résolution et haute efficacité,
- Gaspard (Gamma Spectroscopy and PARTicle Detector), pour la mesure simultanée des photons et des particules légères (protons, deutons, tritons, hélium...) émis par les noyaux,
- B.T.Sed (Beam tracking secondary electron detector), des détecteurs faiblement interceptifs pour la mesure des trajectoires du faisceau avant la cible,
- Chymène (Cible d'HYdrogène Mince pour l'Etude des Noyaux Exotiques), une cible d'hydrogène solide haute densité pour les expériences de collision noyau-proton.

Des études seront menées aussi avec les faisceaux directement issus du Linag dans le cadre des programmes *Neutrons for science* (NfS) qui utilisera les faisceaux de neutrons produits grâce aux deutons, et avec le Spectromètre super séparateur (S³) pour les faisceaux d'ions stables de très haute intensité. L'Irfu participe à la conception et à la réalisation de ces deux projets qui requièrent la construction de nouvelles aires expérimentales.

CPT mais pas brisé

Par Georges Vasseur et Christophe Yèche

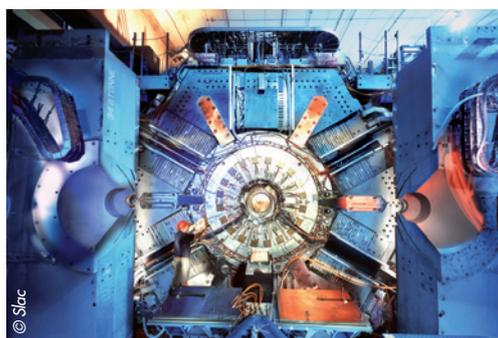
L'expérience BaBar du Slac (Californie) prend des données depuis dix ans. Elle permet de sonder les aspects les plus subtils du modèle standard. En suivant la production des couples particule-antiparticule de mésons B au cours du temps, on a ainsi pu montrer qu'une expérience aboutira toujours aux mêmes résultats, qu'elle soit effectuée dans un laboratoire situé sur Terre ou dans une galaxie lointaine, orientée vers le nord ou le sud, qu'elle soit réalisée au crétacé ou dans dix mille ans.

Le principe de relativité permet de garantir que la description d'un objet sera identique quels que soient le moment où on l'observe, sa position, sa direction et sa vitesse, tant que celle-ci demeure constante. Cette invariance, dite «de Lorentz» en l'honneur du physicien néerlandais Hendrik Antoon Lorentz, a permis de formaliser ce principe à la fin du XIX^e siècle pour expliquer le résultat de l'expérience de Michelson-Morley qui démontrait l'invariance de la vitesse de la lumière. L'invariance de Lorentz est associée à une autre «symétrie» fondamentale en physique des particules, la symétrie CPT, qui est le «produit» de trois symétries fondamentales : C est la transformation qui associe une particule à son antiparticule, P celle qui lui associe son image dans un miroir et T celle qui renverse le sens du temps. Le fameux «théorème CPT», démontré par Wolfgang Pauli, établit un lien entre l'invariance de Lorentz et la symétrie CPT.

Schématiquement, une «violation» de la symétrie CPT impliquerait une violation de l'invariance de Lorentz. A ce jour, aucune expérience n'a pu mettre en évidence une violation de la symétrie CPT. Il y a près de 20 ans, Alan Kostelecký a proposé que cette symétrie de notre espace-temps fût peut-être imparfaite à des distances infinitésimales de l'ordre de la longueur de Planck, distance à laquelle la gravité, négligeable

d'ordinaire à l'échelle subatomique, devient aussi importante que les trois autres interactions (faible, forte et électromagnétique). Ceci introduirait une direction privilégiée dans l'Univers et briserait alors l'invariance de Lorentz. Kostelecký a suggéré un certain nombre d'expériences qui pourraient mettre en évidence la violation de la symétrie de Lorentz et de la symétrie CPT. L'une d'entre elles concerne les systèmes particule-antiparticule et peut être étudiée dans le cadre de l'expérience BaBar.

Depuis dix ans, l'expérience BaBar, auprès du collisionneur électron-positron du Slac (EU), constitue un véritable laboratoire mettant à l'épreuve les symétries dans le



Détecteur Babar au Slac.

système des mésons¹ B^0 et \bar{B}^0 . On peut ainsi tester la symétrie CPT en comparant l'évolution au fil du temps des deux processus symétriques par CPT, $B^0 \rightarrow B^0$ et $\bar{B}^0 \rightarrow \bar{B}^0$. Cette étude se fait en étudiant l'asymétrie A_{CPT} dans la production de deux leptons (électron ou muon) de charges opposées, issus de la désintégration des mésons B. Dès 2006, en utilisant une méthode mise en œuvre par les physiciens de

l'Irfu/SPP, l'expérience BaBar avait publié dans *Physical Review Letters* un article qui concluait à l'absence globale de la violation de la symétrie CPT dans ces systèmes de mésons.

Il était cependant tentant de tester les idées d'Alan Kostelecký plus avant. Cette asymétrie était-elle constamment nulle en fonction de la direction de désintégration des \bar{B}^0 par rapport à un référentiel absolu ? L'asymétrie pourrait en effet, être nulle en moyenne mais présenter une modulation sur une période correspondant à un jour sidéral². La figure de gauche représente la distribution de l'asymétrie CPT en fonction du temps sidéral. L'ajustement (courbe bleue) trouve une légère modulation qui reste statistiquement compatible avec un effet nul (droite rouge).

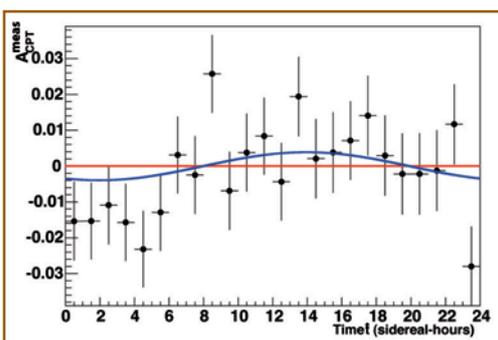
Une autre méthode, utilisée en astronomie, consiste à construire un périodogramme qui a l'avantage de balayer une large gamme de périodes variant de quelques heures à quelques mois. On n'observe aucun pic significatif dans le périodogramme associé à A_{CPT} pour les événements de type «dilepton» de charges opposées. Cette méthode, présentée et publiée aussi dans PRL, confirme l'absence de violation de l'invariance de Lorentz. Le modèle standard et l'invariance de Lorentz tiennent toujours bons!

Georges Vasseur est chef du groupe BaBar à l'Irfu/SPP. Cette expérience a produit une grande quantité de résultats sur la violation de CP dans le système des mésons B.

Christophe Yèche est physicien à l'Irfu/SPP. Il a travaillé dans le groupe BaBar sur la violation de CP pour se tourner maintenant vers la cosmologie observationnelle.

(1) Le B^0 est une particule composée d'un quark d et d'un anti-quark b.

(2) Durée au bout de laquelle l'expérience BaBar revient à la même position par rapport à un repère absolu.



Asymétrie A_{CPT} pour des événements de type « dilepton » en fonction du temps sidéral. La courbe bleue correspond à l'ajustement recherchant une éventuelle modulation qui serait une indication de violation de l'invariance de Lorentz.



Explorer le nucléon, le chaudron dont rien ne sort

Par Michel Garçon

Photo de Clas © Hall B-Jefferson Laboratory

Les nucléons qui composent les noyaux des atomes sont des particules composites. Aussi étrange que cela puisse paraître, ils sont constitués de quarks et de gluons en nombre fluctuant. Dans la théorie quantique de la force forte qui gouverne l'interaction entre quarks et gluons, des paires quark-antiquark se forment, des gluons sont créés... Le nucléon est un chaudron en constante activité, mais dont rien ne sort. Des expériences de diffusion d'un type nouveau permettent de sonder ce chaudron et d'affiner notre vision du nucléon.

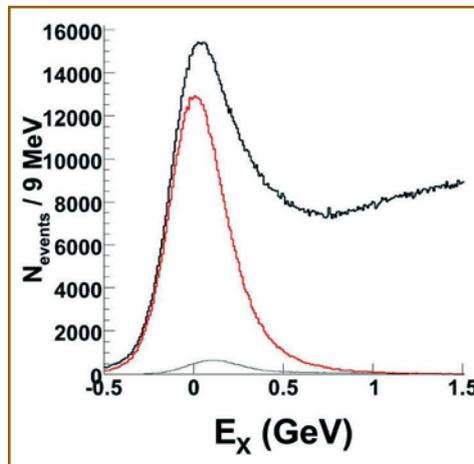
Il existe plusieurs manières de «regarder» le nucléon. Avec les expériences de diffusion élastique¹ d'électrons, entreprises par Hofstadter, prix Nobel en 1961, on voit la distribution spatiale des quarks à l'intérieur du nucléon. Dans les expériences de diffusion inélastique², on casse le nucléon en tapant sur l'un des constituants, appelé de façon générique parton, pour en mesurer la distribution d'énergie. Cela valut, en 1990, le prix Nobel à Friedman, Kendall et Taylor. Nos futures expériences, dites «Deeply virtual Compton scattering (DVCS)», unifient ces deux approches et fourniront à terme une vision bien plus complète de la structure du nucléon. Des concepts théoriques récents définissent des distributions de partons dites «généralisées». Ces distributions offrent un nouveau regard sur le nucléon car elles permettent, entre autres, de corréler énergie et position des quarks, de mesurer les forces qui s'exercent sur eux, de quantifier leurs mouvements de rotation. On espère mettre à jour la fine mécanique du nucléon grâce à cet outil. Pour cela, il faut mesurer le processus $e p \rightarrow e p \gamma$. Ce phénomène est rare et il n'a pu être mis en évidence que récemment dans des réactions dites exclusives³ : on tape sur un quark pour opérer un réarrangement chirurgical des quarks et gluons, en conservant le nucléon intact. Cette opération ne peut se réaliser qu'en expulsant l'excès d'énergie fournie au nucléon par l'émission d'un photon.

L'Irfu est à la pointe de ces recherches avec des travaux théoriques et des expériences aussi bien à Desy (H1) qu'au Jefferson Lab et bientôt au Cern (Compass). Les deux seules expériences consacrées à cette étude, c'est-à-dire réalisées et optimisées dans le seul but de mesurer le processus DVCS, ont eu lieu en 2004-2005 au Jefferson Lab. Leurs premiers résultats, obtenus par des doctorants du SPbN, sont maintenant publiés.

La première expérience⁴, d'une précision sans précédent, permet de s'assurer que l'électron tape bien sur un quark et que c'est ce quark qui réémet un photon. Dans le jargon des physiciens, on observe une «loi d'échelle» caractéristique du processus. Le processus DVCS gagne ainsi son label de qualité comme fournisseur d'informations sur l'intimité du nucléon *via* les distributions de partons généralisées.

La deuxième expérience⁵ ouvre beaucoup plus largement le champ d'exploration du processus DVCS, et des distributions de partons généralisées (voir figure). C'est un peu comme ouvrir le champ de vision dans la carte du ciel, quitte à perdre localement de la précision. La perspective est ici de déterminer simultanément les

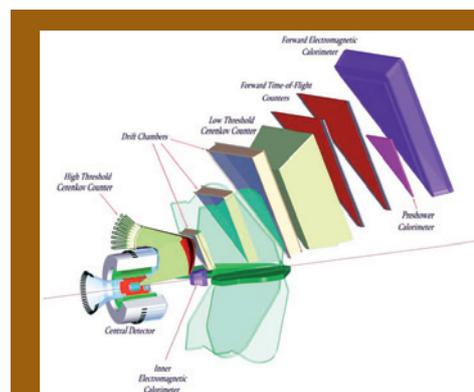
distributions en énergie et en position des quarks à l'intérieur du nucléon.



Dans l'expérience Clas/DVCS, on vérifie que toute l'énergie amenée par le faisceau se retrouve dans les trois particules détectées. Ceci donne un pic centré à 0 dans la distribution d'énergie manquante (E_x). Avant (en noir) et après (en rouge) sélection des événements.

Chaque expérience permet de voir une distribution de partons, chacune apporte une image. Il en faudra beaucoup pour construire le film de l'ébullition du chaudron-nucléon.

Michel Garçon dirige le Service de physique nucléaire de l'Irfu. Spécialiste de la structure du nucléon et du deuton, il a été le porte parole de la collaboration Clas jusqu'en 2007.



Le projet de spectromètre Clas12

L'Irfu est impliqué dans la transformation de Clas en Clas12 dans la région centrale. Un projet de trajectographe utilisant des détecteurs Micromégas cylindriques équipera la zone autour de la cible. La R et D est en cours au Sedi avec le SPbN et le SIS.

(1) Dans la diffusion élastique, $e + p \rightarrow e + p$, un électron est dévié par un proton et seules ces deux particules se retrouvent dans l'état final, comme dans une collision de deux boules de billard.

(2) $e + p \rightarrow e + \text{autre chose}$.

(3) Réaction où l'état final est complètement déterminé ; la diffusion élastique est un cas particulier de réaction exclusive.

(4) C. Muñoz Camacho et al. (Hall A Collaboration), Phys. Rev. Lett. 97, 262002 (2006).

(5) F.X. Girod et al. (Clas Collaboration), Phys. Rev. Lett. 100, 162002 (2008).

Antares, un douzième oeil scrute le noir des abysses

Par Thierry Stolarczyk



Dans la nuit du 30 mai 2008, les deux dernières lignes d'Antares ont été connectées et mises sous tension à 2500 mètres au fond de la Méditerranée. Immergées quelques semaines plus tôt, ces lignes rejoignent celles qui, depuis 2006, permettent de traquer les neutrinos cosmiques, témoins des phénomènes les plus violents de l'Univers.

Antares détecte des neutrinos de haute énergie de 10 TeV (1 TeV = 10^{12} eV) à 100 PeV (1 PeV = 10^{15} eV) émis dans l'Univers. Ces dernières décennies, les astronomes ont découvert de nombreuses sources

de photons de très haute énergie, telles que les résidus de supernovæ, les noyaux actifs de galaxies ou encore les sursauts gamma. Ces photons pourraient être issus de réactions nucléaires produisant également des neutrinos dont l'étude permettra de comprendre les phénomènes d'accélération qui, dans l'Univers, conduisent à l'émission de particules de très haute énergie.



Une ligne sur le pont du Castor, prête à être déployée à 2500 m de profondeur.

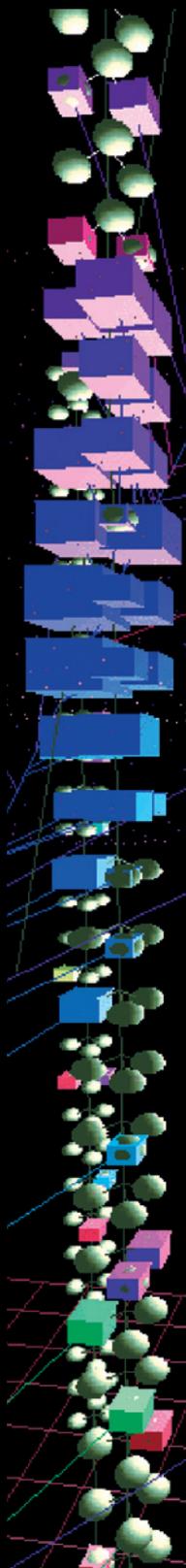
Antares pourra aussi observer des neutrinos de basse énergie issus de l'accumulation de matière noire au centre du Soleil ou de la Galaxie. Si la matière noire est constituée de particules élémentaires massives telles que celles prédites par la supersymétrie, on s'attend à une accumulation de matière noire au centre des objets massifs comme la Terre ou le Soleil. En s'accumulant, ces particules finiraient par s'annihiler en produisant une bouffée de particules dont des neutrinos de basse énergie.

Les neutrinos interagissant très peu avec la matière, leur observation nécessite d'immenses détecteurs, protégés du rayonnement cosmique. Antares, installé au large de Toulon, est protégé de ce rayonnement par un blindage naturel de 2000 m d'eau. Les yeux d'Antares observent le sillage lumineux produit par les muons qui résultent de l'interaction des neutrinos ascendants avec la croûte terrestre. Les profondeurs abyssales permettent de bénéficier d'une obscurité totale, à peine troublée par quelques animaux bioluminescents. Antares observe donc le ciel de l'hémisphère sud, qui inclut le centre galactique, à travers le globe terrestre.

L'histoire d'Antares a démarré en 1996, grâce aux équipes du CEA et du CNRS. Après une longue période d'étude des propriétés du milieu marin,

la première ligne de détection a été immergée en mars 2006. Aujourd'hui, 885 «yeux», leur électronique de lecture et de traitement des données, imaginés et construits à l'Irfu, s'égrènent par groupe de trois le long de 12 lignes souples de 450 mètres de haut. Ces lignes, plus hautes que la tour Eiffel, sont ancrées aux fonds marins sur un espace équivalent à 4 terrains de football. La moitié d'entre elles a été assemblée à Saclay, l'autre moitié au CNRS/CPPM à Marseille.

Les physiciens ont déjà identifié plusieurs centaines de neutrinos issus de l'interaction du rayonnement cosmique dans l'atmosphère aux antipodes du détecteur grâce aux premières données. Quelques neutrinos issus d'une source perdue aux confins de l'Univers pourraient se cacher parmi elles. Seule l'accumulation de statistique avec le détecteur complet permettra de le confirmer.



Intégration des lignes à l'Irfu.

Antares constitue également une infrastructure scientifique sous-marine, permanente et multidisciplinaire, unique. Elle est équipée d'instruments regroupés sur une treizième ligne spécifique : sismographes, mesures de la température, de la concentration en oxygène, caméra à l'affût de la faune abyssale... Antares permettra ainsi d'étudier d'autres domaines scientifiques comme l'océanographie ou la climatologie.

Pour en savoir plus : <http://antares.in2p3.fr>

Thierry Stolarczyk, physicien des particules à l'Irfu/SPP, est à la tête du groupe du SPP qui travaille à la conception de détecteurs sous-marins de neutrinos, dont Antares est la première étape.

Le noir de l'espace éclairé par Fermi

Par Christian Gouiffès

11 juin 2008, 16 h 05 temps universel, une fusée Delta-II décolle dans le ciel de Floride depuis la base de Cap Canaveral. Logé dans sa coiffe, le Gamma-ray large area space telescope (Glast), un satellite détectant les rayons gamma, est en route pour observer les astres les plus énergiques de l'Univers ; trous noirs, étoiles à neutrons, vestiges de supernova, explosions d'étoiles, galaxies lointaines. Deux mois plus tard, cet observatoire spatial, rebaptisé Fermi, a fourni une première carte gamma de la Voie Lactée.



Installation de Glast dans la fusée Delta.

Une minute après la mise à feu, les neuf propulseurs auxiliaires qui équipent cette version du lanceur de la Nasa se détachent par groupes de trois puis tombent dans l'océan Atlantique. Le second étage et sa charge utile se placent sur une orbite de transfert à 180 km d'altitude, dix minutes plus tard. Les premières phases du lancement se déroulent parfaitement selon le centre de contrôle de la Nasa. À 19 h 20 soit 75 minu-

tes après la mise à feu, le satellite Glast rejoint son orbite définitive, une orbite circulaire autour de la Terre, à 565 km d'altitude. Elle sera parcourue en 90 minutes. Le satellite déploie alors ses ailes, des panneaux solaires qui alimentent tous les systèmes en énergie. La première étape de la mission est un succès.

Le satellite embarque deux instruments, le Glast burst monitor (GBM), un détecteur de sursauts gamma, et le Large area telescope, (Lat), un instrument de nouvelle génération sensible aux photons d'énergie comprise entre 20 MeV ($1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$) et 300 GeV ($1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$) dont la technique est héritée des grands détecteurs utilisés auprès des accélérateurs de particules.

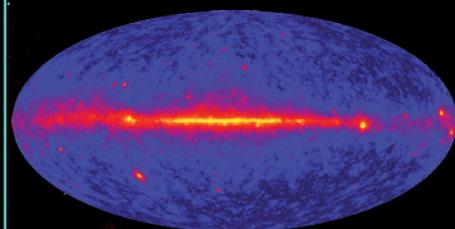
Une deuxième phase cruciale débute le 24 juin, deux semaines après le décollage de la fusée, avec la mise sous tension des instruments scientifiques. Vérifications et réglages fins permettent de préparer le satellite Glast à remplir sa mission : la détection de photons de haute énergie. Tout le monde attend, maintenant la première image.

26 août 2008. Les premiers résultats de Glast sont rendus publics lors d'une conférence de presse à la Nasa. Parmi eux une image panoramique de la Galaxie ! Elle a une meilleure précision que celle patiemment reconstituée à partir d'années de données par son prédécesseur, le satellite Egret. Cette étape marque la fin de la période de vérifications et d'étalonnage des instruments à bord de ce satellite, lancé il y a moins de trois mois. Elle atteste du parfait fonctionnement des instruments de cette mission internationale à laquelle participe le CEA-Irfu sous la responsabilité scientifique du Service d'astrophysique. Pulsars, lointaines galaxies actives, sursauts gamma comptent déjà parmi les sources détectées. Les scientifiques espèrent maintenant découvrir de nombreux objets, au sein de la Galaxie comme à des distances très lointaines.

Le deuxième instrument composant la charge utile du satellite, le GBM, n'a pas été utile puisque'il a permis de détecter trente et un sursauts gamma lors du premier mois d'opération ! Ceci permettra de mieux comprendre l'origine de ces soudaines bouffées de photons gamma, probable signature de la mort violente d'une étoile massive, très loin dans l'Univers.

Comme il est d'usage, pour les missions spatiales d'astrophysique déclarées opérationnelles, cet observatoire du rayonnement gamma a été rebaptisé et porte dorénavant le nom de Fermi gamma-ray space telescope (FGST) en l'honneur du physicien Enrico Fermi (1901-1954), prix Nobel de physique en 1938.

Flash du 26 août !



Première lumière

Cette carte du ciel gamma résulte de l'accumulation de 95 heures d'observations par le Fermi gamma-ray space telescope. L'émission diffuse brillante qui barre le ciel le long du plan galactique provient de l'interaction de particules très énergétiques avec le milieu interstellaire. Trois pulsars, points brillants à droite de l'image et une galaxie très lointaine, en bas à gauche, sont clairement identifiés. De nombreuses autres sources, moins brillantes, sont également visibles sur cette image.

Pour en savoir plus : <http://irfu.cea.fr/Sap>
Toutes les illustrations de cette page sont fournies par la Nasa.

Philippe Convert, est ingénieur à l'Irfu depuis janvier 1992. Ingénieur mécanicien de formation, il a participé à de nombreux projets en modélisation et analyse mécanique. Attaché à la gestion des compétences, il est aujourd'hui responsable des archives de l'Irfu.



© CEA Imag'In Irfu-Alain Porcher

Scintillations

La gestion des archives à l'Irfu

Par Philippe Convert

© Bibliothèque Nationale de France Wikipédia

La conservation des archives est soumise à des obligations légales, mais a également un intérêt patrimonial : il s'agit de garder la mémoire des travaux faits au CEA et de contribuer à l'histoire des sciences et des techniques. La gestion des archives doit être maîtrisée, afin d'éviter la destruction malencontreuse de documents importants, le stockage d'archives non triées et la conservation d'un grand volume de papiers sans intérêt.

Tout document a une durée de vie qui dépend de la nature de ce document. Leur conservation ou élimination doit être un choix de l'agent et de son unité. Pour les documents à conserver, on classe les archives en trois groupes : les archives courantes, les archives intermédiaires et les archives définitives. Les archives courantes sont constituées des documents administratifs en cours de circulation dans l'unité, des documents de travail échangés dans la cadre des projets, et des documents personnels des agents. La majeure partie de ces documents est ensuite conservée par les personnes, elle passe au statut d'archives intermédiaires. Certaines archives intermédiaires, jugées importantes peuvent être conservées de façon définitive. L'archiviste du centre de Saclay dispose de salles pouvant accueillir les archives qui n'ont plus vocation à être conservées dans les unités. Les archives définitives sont stockées au Service Archives à Fontenay-aux-Roses, et peuvent être consultées aisément. À l'Irfu, un volume important d'archives a déjà été traité : archives du groupe budgétaire, archives sécurité, archives du Senac... Une quarantaine d'agents de l'Irfu ont classé leurs archives intermédiaires. Par ailleurs, le service Archives a pris en charge l'analyse des plans et les dossiers de construction de l'Accélérateur linéaire de Saclay (ALS) ce qui permettra de témoigner de l'histoire d'une installation aujourd'hui déclassée.

Gérer les archives, c'est aussi s'intéresser à la gestion des connaissances et à la transmission du savoir. Une bibliothèque de projets est en cours d'installation. A terme, cette salle de travail permettra de consulter de la documentation générale, des études de R & D, des rapports techniques, des synthèses bibliographiques... Dans un proche avenir, on espère pouvoir réaliser un site web associé à cette base de connaissances.

Les archives numériques (fichiers, courriers électroniques, résultats de simulations...), en raison de leur importance croissante, posent des problèmes spécifiques. Il faut s'assurer que les documents les plus importants sont bien sauvegardés, qu'ils restent accessibles et lisibles malgré l'évolution rapide des logiciels, des systèmes d'exploitation et des supports de sauvegarde. La multiplicité des formats de fichiers et les problèmes de compatibilité rendent parfois malaisé l'accès à un document numérique. Joseph Le Foll peut vous donner des conseils pertinents en la matière.

L'archivage est un travail quotidien. Je vous recommande quelques bonnes pratiques : trier les documents, les annoter, les dater et les classer de manière logique. Je suis l'interlocuteur à contacter à l'Irfu, si des documents administratifs, scientifiques ou techniques doivent être archivés. Associez-moi aussi à la démarche de tri lors des déménagements de bureau et des départs d'agents. Et, pour toute question ou problème, n'hésitez pas à me contacter.

COURRIER

« C'est toujours avec plaisir que je lis Scintillations et je vous remercie de continuer à me l'envoyer.

J'ai quand même une remarque à faire : le CPO n'est pas basé sur Alice, un ancien accélérateur linéaire d'ions mais sur un ancien synchrocyclotron, arrêté en 1989. » Serge Joly, Conseiller scientifique du CEA

Mea Culpa. Cette erreur est de ma responsabilité car il s'agit d'un ajout du rédac'chef qui souhaitait faire le lien entre les accélérateurs de recherche et les applications. Pan sur mon becquerel. Jean-Luc Sida

CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

Irfu Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers

Directeur de la publication : Philippe Chomaz

Directeur scientifique : Vanina Ruhlmann-Kleider

Rédacteur en chef : Jean-Luc Sida

Comité éditorial : Shebli Anvar, Maryline Besson, Rémi Chipaux, Olivier Cloué, Philippe Convert, Philippe Daniel -Thomas, Antoine Drouart, Christian Gouiffès, Florence Hubert-Delisle, Emmanuelle de Laborde, David Lhuillier, Christine Marteau, Vanina Ruhlmann-Kleider, Yves Sacquin, Angèle Séné, Pierre Vedrine, Didier Vilanova

Relecture édito : Henri Paulhac et Alexandre Obertelli

Secrétariat : Maryline Besson

Photographies : Alain Porcher

Mise en page : Christine Marteau

Contact : Jean-Luc Sida Tél.01 69 08 91 65 / 06 72 18 02 05
jean-luc.sida@cea.fr
<http://irfu.cea.fr>

Dépôt légal septembre 2008

Va-et-vient

Ce va-et-vient couvre la période avril-mai 2008

Ils partent à la retraite : Jean-Maurice Galloyer du SACM, Alain Chaumeaux et Françoise Petit du Sédi, Roland Dayras du SPHN.

Elia Binet du Senac part en congé sabbatique pour 11 mois afin de tenter une nouvelle aventure professionnelle.

Franck Senée du Sédi mute au SACM à l'occasion de son changement d'annexe, Charlotte Riccio réintègre le Sédi, au Laboratoire souterrain de Modane, après son congé parental.

Le SIS recrute Gaël Disset qui va travailler sur la masse froide de R3B et les cavités des cryomodules pour Spiral2. Hervé Moutarde quitte le Département de conception et simulation des armes de Dam/Dif pour rejoindre le SPHN et la physique hadronique dans le groupe Clas.