

À QUOI SERT LA RECHERCHE FONDAMENTALE ?



Cette phrase apparaît très souvent dans le flot des questions que tous les agents du DAPNIA peuvent un jour se voir poser par des amis, relations, parents, ou tout simplement gens du « grand public ». Bien entendu, il n'y a pas UNE réponse à cette question, mais de nombreux arguments existent, appropriés à chacun des cas.

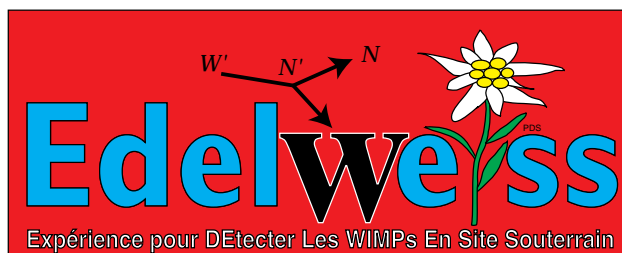
Car cette question cache en fait différentes interrogations selon les personnes qui la posent : « Pourquoi dépenser tant d'argent, alors qu'il y a tant de misère ? » ; « Pourquoi traquer les quarks qui ne servent à rien, alors qu'on ferait mieux de mettre l'argent dans la recherche médicale ? » ; « Pourquoi chercher tous ces trucs qui ne serviront peut-être jamais à rien, plutôt que de mettre au point des techniques utiles au quotidien ? » etc.

La rédaction de « ScintillationS » a pensé que le journal pouvait aider chacun à se faire une idée et se construire un argumentaire, en publiant dans ses colonnes des textes sur la recherche fondamentale, venant de sources diverses, mais éclairées. À cette occasion, nous lançons un appel au peuple pour qu'il nous signale tout document intéressant sur le sujet, que nous nous ferons un plaisir de faire partager à nos lecteurs.

Dès le prochain numéro, nous commencerons de publier un texte de Chris Llewellyn-Smith, directeur général du CERN, issu d'une conférence faite au CERN en juin 1997 : « What's the use of basic science ? » et que nous avons traduit pour vous. Ce texte est en cours de publication, en anglais, dans les Rapports jaunes du CERN. C'est donc une avant-première que nous vous proposons. Bien que l'auteur ait tiré de nombreux exemples de la physique des particules, son texte concerne la recherche fondamentale en général, et affronte de face des critiques contre lesquelles nous nous trouvons souvent démunis.

Donc si vous souhaitez savoir où placer la frontière entre recherche de base et recherche appliquée, si vous désirez savourer de délicieuses citations de Platon, Faraday, Thomson et d'autres éminents scientifiques, rendez-vous au prochain numéro.

Yves Sacquin (SPP)



Des bolomètres pour détecter la « matière cachée »

La plus grande partie de la masse (environ 90 %) de notre Galaxie serait constituée d'un halo de « matière sombre » (*dark matter*), ou « matière cachée », ainsi nommée car elle est très difficilement détectable (voir « ScintillationS » n° 16). Ce halo expliquerait la vitesse de rotation anormalement élevée des étoiles autour du centre de la Galaxie. Le même phénomène a d'ailleurs été observé dans beaucoup d'autres Galaxies.

Or, une partie non négligeable de cette matière cachée pourrait bien être consti-

tuée de particules élémentaires, éventuellement d'un type nouveau, comme le *neutralino*, la plus légère des particules SUSY (SUper SYmétriques), du nom de la théorie qui domine les spéculations actuelles de la physique des particules (voir « ScintillationS » n° 12 et 23). Ces particules hypothétiques ont été baptisées : WIMPs, ce qui signifie « Weakly Interacting Massive Particles », en français : « particules lourdes interagissant faiblement », et en argot américain : « femmelettes », à rapprocher des « machos » (voir « ScintillationS » n° 31).

Pour en savoir plus, ça paraît facile : il n'y a qu'à détecter ces neutralinos ou leurs semblables. Le hic, c'est le WI de

WIMPs : ces particules interagissent si faiblement avec la matière qu'elle sont très difficilement indécélables. C'est de la matière qui se cache !

Pourtant, depuis une dizaine d'années plusieurs équipes dans le monde ont relevé le défi à l'aide de différents types de détecteurs (diodes au germanium classiques, scintillateurs solides et liquides, etc.). Des progrès importants ont été réalisés, mais le but final est loin d'être atteint.

C'est que les difficultés sont considérables. Elles sont de deux ordres : ces particules ne laissent de leur passage dans les détecteurs qu'une trace extrêmement ténue : *une minuscule quantité*

d'énergie déposée, ce qui nécessite des détecteurs à très bas seuil de détection, et le faible taux d'interaction de ces particules avec la matière ordinaire, ce qui exige de minimiser le fond de radioactivité qui se trouve partout — y compris dans les détecteurs eux mêmes — et de pouvoir reconnaître avec la plus grande efficacité le rayonnement résiduel en vue de le rejeter au niveau de l'analyse. Autant essayer d'entendre une mouche voler sur une piste d'aéroport...

Or les bolomètres, détecteurs fonctionnant à très basse température (typiquement 0,01 degré au dessus du zéro absolu, lequel vaut - 273,15 °C), permettent justement d'atteindre de très bas seuils, une excellente résolution en énergie, et surtout de reconnaître ce bruit de fond radioactif si gênant.

Leur principe est très simple : en mesurant l'augmentation de la température d'un cristal lorsqu'une particule y interagit, on obtient l'énergie déposée par celle-ci. Le problème est que cela ne marche pas à température ambiante : l'augmentation de température se compte en millièmes de millièmes de degré ; c'est trop petit par rapport aux fluctuations de l'énergie interne du cristal. Heureusement, l'augmentation de température produite par le passage de la particule s'accroît énormément lorsqu'on se rapproche du zéro absolu. Enorme, aussi, près du zéro absolu, la diminution des fluctuations de l'énergie interne du cristal. D'où l'intérêt des très basses températures. Il est possible de montrer que la résolution en énergie peut être bien meilleure que pour les détecteurs au germanium classiques.

Les bolomètres sont donc placés dans des « réfrigérateurs à dilution », appareils qui permettent justement de descendre à très basse température. Pratiquement, un bolomètre est formé d'un cristal (l'absorbeur) sur lequel est fixé un thermomètre (le senseur), en général semi- ou supra-conducteur. L'absorbeur peut être *a priori* en n'importe quel matériau, ce qui est un atout considérable par rapport aux détecteurs au germanium classiques.

Là où les bolomètres sont particulièrement intéressants pour la recherche de la « matière cachée », c'est lorsqu'on les utilise pour faire de la « double détection ». Il s'agit de mesurer — en plus

de l'énergie (chaleur) déposée — l'ionisation, c'est à dire le nombre d'électrons que la particule a arrachés aux atomes du cristal. Les deux informations (ionisation et chaleur) permettent de distinguer l'interaction hypothétique d'un WIMP dans le cristal de celle d'un photon X, γ , ou d'un électron (β), dues à la radioactivité ambiante. En effet, un photon frappant le cristal peut faire « reculer » un électron de ce cristal, tandis qu'une WIMP incidente peut en faire reculer un noyau. Le bon bolomètre à double détection doit être capable de distinguer (les physiciens disent *séparer*) un recul d'électron d'un recul de noyau, donc de dire si son cristal a été frappé par un photon ou par une WIMP. Il suffit alors au physicien de coller l'étiquette « indésirable » aux traces incriminées et de ne plus s'intéresser qu'aux traces ténues d'éventuels WIMPs.

Cela suppose tout un travail préalable d'étalonnage du détecteur à l'aide de sources radioactives cracheuses de photons et de neutrons, ces derniers ayant le rôle de simuler les interactions de WIMPs.

Quant au très faible flux résiduel de neutrons dans le Laboratoire Souterrain de Modane (LSM), un blindage approprié (paraffine, polyéthylène etc.) est prévu autour de l'installation de façon à en supprimer la plus grande partie.

Un progrès décisif de l'expérience « EDELWEISS ». La collaboration « EDELWEISS », avec son expérience installée dans le Laboratoire Souterrain de Modane (tunnel du Fréjus), vient justement d'achever ce travail préliminaire autant qu'indispensable. Créée voici quelques années, elle regroupe des chercheurs de Saclay (DAPNIA/SPP et DRECAM/SPEC), d'Orsay (IN2P3/CSNSM), de Paris (INSU/IAP) et de Lyon (IN2P3/IPN).

Le 3 Juillet 1997 est un grand jour dans l'histoire de l'expérience EDELWEISS !

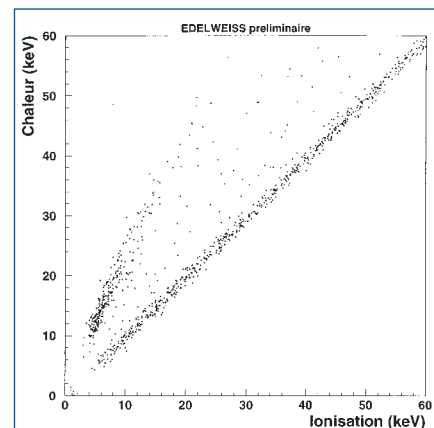
En effet, après plusieurs années d'efforts, un bolomètre en germanium de 70 grammes, ultra-performant en « double détection » construit et testé au SPEC du DRECAM en collaboration avec le CSNSM de l'IN2P3 et le SPP du DAPNIA, vient d'obtenir une excellente séparation entre reculs de noyaux

(induits par des neutrons) et reculs d'électrons (induits par des gammas).

Les neutrons comme les gammas étaient issus d'une source de californium 252 installée pendant quelques heures à proximité du bolomètre.

Ce résultat est illustré par l'histogramme à double entrée ci-dessous, où l'on a porté en abscisse l'ionisation et en ordonnée la chaleur déposées dans le cristal de germanium lorsque celui-ci a été refroidi à la température de 11 millikelvin, et qu'une tension de polarisation de 2 volts lui a été appliquée.

Le nuage de points le plus pentu correspond aux reculs de noyaux et le nuage inférieur aux reculs d'électrons : la qualité remarquable de la séparation apparaît déjà à l'œil nu jusqu'à des énergies aussi faibles que quelques keV.



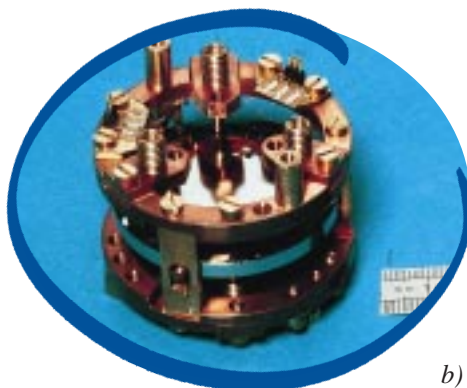
Or ce sont précisément des reculs de noyaux que l'on attend (une fois les sources neutrons et gammas enlevées) comme effet des collisions élastiques dans le cristal du bolomètre de la part des particules de matière sombre, et notamment des WIMPs. D'où l'importance de pouvoir les séparer, aussi bien que possible, du fond radioactif responsable des reculs d'électrons.

Pour avoir une idée de la portée de cette performance, il est bon de rappeler que l'énergie (chaleur) déposée par ces reculs de particules, de l'ordre de la dizaine de keV, correspond, en unités plus proches de la vie courante, à environ 10^{-15} (un millièmes de millièmes) de joule (1 joule = 1 watt.seconde) ! Cette chaleur déposée dans le cristal de germanium, augmente sa température de quelques millièmes de degré (seulement!), qu'il s'agit alors de mesurer avec un thermomètre (« senseur ») ultrasensible.



a)

a) Réfrigérateur à dilution $^3\text{He}/^4\text{He}$, réalisé par Patrick Pari (DRECAM/SPEC).



b)

b) Bolomètre à double détection ionisation-chaueur.

D'autre part, on collecte les charges électriques produites par les électrons et les noyaux qui reculent avec une tension de polarisation de seulement quelques volts alors que, dans un cristal de germanium « classique », à la température de l'azote liquide, on a besoin de tensions supérieures à mille volts !

Ce résultat a été possible grâce à la coopération très active et passionnée de tous les physiciens, ingénieurs et techniciens de EDELWEISS, permanents sur le site ou dans nos divers laboratoires.

L'expérience EDELWEISS se poursuit vers l'obtention de résultats de physique — une prise de données sans source radioactive est en cours, en dépit des travaux de montage du pont roulant de 8 tonnes — à l'aide de bolomètres d'une masse totale croissante (1kg... 10 kg,...) et de différents types (avec des senseurs à films minces notamment), pour aller beaucoup plus loin dans l'investigation de la matière cachée sous forme de WIMPs !

Denis L'Hôte (DRECAM/SPEC)
et Luigi Mosca (DAPNIA/SPP)

ANTARES et L'ASTRONOMIE NEUTRINO À HAUTE ÉNERGIE

L'astronomie neutrino a débuté dans les années 60 avec la détection des neutrinos solaires (moins d'une poignée de MeV d'énergie). Elle est toujours sous les feux de l'actualité avec Gallex (voir « *ScintillationS* » n° 5, 19, 22) qui va bientôt s'achever et Super Kamiokande (voir « *ScintillationS* » n° 29) qui démarre en fanfare, sans oublier l'étude des neutrinos atmosphériques par des expériences souterraines comme celle du tunnel du Fréjus. L'observation récente de rayons cosmiques jusqu'à des énergies de 10^{20} eV ou de photons de quelques TeV (10^{12} eV) en provenance de noyaux actifs de galaxies (on dit aussi AGN : Active Galactic Nuclei, ou quasars) comme Markarian 421 ou 501, laisse à penser que des sources très intenses de neutrinos très énergiques existent dans l'Univers. Et les neutrinos ont un avantage considérable sur les protons et les photons : ils sont très difficilement absorbés par la matière et leur charge nulle leur permet de traverser les champs magnétiques sans être déviés.

Les détecter en abondance ferait progresser de manière décisive notre connaissance de ces objets encore mystérieux. Le principe de leur détection remonte aussi aux années 60 : pour piéger des neutrinos venus des tréfonds de l'espace sans être submergé de signaux venant d'autres particules beaucoup plus interactives, le physicien russe Markov avait pensé à utiliser la terre comme filtre de bruit de fond, et la mer comme convertisseur de neutrinos et détecteur des muons produits.

Lorsqu'un neutrino muonique¹ de quelques TeV ou plus interagit dans l'eau ou la glace au voisinage du détecteur, un muon est produit qui parcourt plusieurs kilomètres en émettant de la lumière « Cherenkov » (voir le glossaire de NESTOR, « *ScintillationS* » n° 24), sous un angle de 42° avec sa direction. Comme une multitude de grands yeux ouverts, un réseau de photomultiplicateurs recueille cette lumière bleue, la transformant en impulsion électrique transmise jusqu'au rivage via un câble sous-marin (en général, un

réseau de fibres optiques). L'analyse des temps de transit et d'arrivée des différents signaux permet de reconstituer la trajectoire du muon et de connaître la direction du neutrino incident avec une précision d'environ un degré d'angle. Cela permet d'en identifier l'origine. Les détecteurs sont immergés à plusieurs milliers de mètres de profondeur pour absorber au maximum le muons « indésirables » produits par l'interaction de rayons cosmiques ordinaires dans l'atmosphère.

Les flux attendus sont très faibles : 10^{-15} particules par centimètre carré et par seconde au-delà de 10 TeV, énergie où les neutrinos des AGN émergent du bruit de fond des neutrinos produits par l'atmosphère. Les physiciens envisagent donc d'immerger dans les profondeurs abyssales de gigantesques réseaux de photomultiplicateurs pouvant atteindre 1 km^3 . Pour y parvenir, il faut évidemment procéder par étapes et tester des idées différentes. Plusieurs projets se sont développés cette dernière décennie en différents points de la planète :

DUMAND, au large d'Hawaï (stoppé en 1995), AMANDA, dans la glace du pôle Sud (*avec des muons dans la glace, peut-on voir des gluons dans la masse ? NDLR*), BAÏKAL, dans le lac sibérien du même nom, NESTOR en Grèce (*voir n° 24*) et aujourd'hui, ANTARES, en France.

Le projet ANTARES (Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental REsearch) a été initié fin 1995 par deux équipes françaises, le DAPNIA et le CPPM² de Marseille. Il comprend aussi des astrophysiciens et des océanographes. Les ont rejoints aujourd'hui des Espagnols de Valence et des Anglais d'Oxford. Le porte-parole est Jean-Jacques Aubert, de Marseille, et le coordonateur technique, Jean-Claude Languillat, du DAPNIA/SIG. L'équipe de Saclay, qui était associée au projet NESTOR depuis 1993, a préféré s'engager dans une étape de R&D plus proche géographiquement, facilitant la progression du projet. Le premier objectif d'ANTARES est de déployer en 1999 une structure d'une centaine de photomultiplicateurs répartis sur trois lignes de 300 mètres de haut, appelée « démonstrateur » (*voir les photos*), qui, comme son nom l'indique, a pour but de démontrer la faisabilité technique du projet. Ces lignes seront connectées entre elles par un véhicule sous-marin, peut-être le Nautille, le sous-marin de l'IFREMER³. Le site se trouve à 2400 mètres de fond à 40 kilomètres au large de Toulon. Si paradoxal que cela puisse paraître, la mer est un milieu hostile : outre la houle qui perturbe le déploiement mécanique des éléments du détecteur et peut l'endommager, les courants sous-marins qui font onduler la structure, les phénomènes de corrosion, de salissures des surfaces optiques etc., sont à prendre en compte. D'où l'importance de la participation d'océanologues de l'INSU⁴ et d'instituts océanographiques comme l'IFREMER.

Le développement du démonstrateur est l'objet d'un programme de R&D en plusieurs étapes qui a déjà donné de nombreux résultats. L'élément de base d'ANTARES, son œil, est un module optique composé d'une sphère de verre « BenthosTM » de 37 cm de diamètre,

capable de résister à des pressions de plus de 500 fois la pression atmosphérique (qui règnent vers 5000 mètres de fond), contenant le photomultiplicateur d'une vingtaine de centimètres de diamètre. Plusieurs essais de déploiement ont déjà eu lieu en vue de mesurer la vitesse du courant (en moyenne, quelques cm/s aux profondeurs d'immersion), la bioluminescence (lumière « parasite » émise par des micro-organismes), la biosalissure, la transparence de l'eau. La biosalissure résulte du dépôt de poussières sur le gel formé par des bactéries qui prolifèrent sur les sphères de verre et diminuent leur transparence. Elle doit être maîtrisée si l'on veut laisser le détecteur plusieurs années sous la mer. La transparence de l'eau est primordiale : elle doit être supérieure à une cinquantaine de mètres, distance minimale entre les lignes de détecteurs. Des mesures sont en cours au large de Toulon (*voir la photo de la structure, prise à l'Orme des Merisiers*). Avant chaque essai, les modules optiques sont validés en caisson hyperbare dans un laboratoire spécialisé de l'IFREMER, à Brest. Un autre objectif du démonstrateur est de choisir le site où sera déployé le détecteur final. Ce choix se fera selon plusieurs critères : facilité d'accès, profondeur, transparence de l'eau, vitesse du courant. Plusieurs sites sont possibles en Méditerranée.

ANTARES ne sera pas sensible qu'aux neutrinos galactiques ou extragalactiques. Il fera aussi la chasse aux particules supersymétriques (*voir l'article sur Edelweiss, dans ce numéro*), incontournable si la masse de ces particules dépasse les possibilités de matérialisation du LEP ou du LHC, et pouvant aider à résoudre le mystère de la « masse sombre » de l'Univers. En effet, des particules supersymétriques auraient pu être produites lors du big-bang. Très lourdes, elles se seraient accumulées au cœur des corps célestes comme la Terre ou le Soleil où elles pourraient s'annihiler et produire des neutrinos. Il suffit alors de rechercher les neutrinos en provenance du Soleil ou du centre de la Terre...

Pour réaliser le détecteur final de 1 km³, il faudra certainement mettre en commun l'expérience acquise lors de la réalisation des projets actuels. La structure de ce détecteur pourrait permettre de couvrir une gamme d'énergie allant de quelques dizaines de MeV (neutrinos issus de supernovæ) à quelques dizaines de milliers de TeV (neutrinos d'AGN), ainsi que d'étudier la stabilité du proton avec une sensibilité cent fois meilleure que celle des détecteurs actuels.

La détection des neutrinos de haute énergie permettra des avancées significatives à la fois en astrophysique, par



Structure métallique du « démonstrateur ». En incrustations, en haut à droite, un « œil » non monté ; en bas à gauche, un autre « œil » en cours de montage.

l'observation des sources mêmes de neutrinos, en physique des particules, par l'étude des propriétés intrinsèques des neutrinos et la recherche de particules super symétriques, et en cosmologie, par la recherche de la matière cachée.

Complémentaire de l'astronomie gamma, l'aventure de l'astronomie neutrino commence !

Plusieurs services du DAPNIA : SPP, SAp, SED, SEI et SIG sont associés dans le projet ANTARES.

Fabrice Feinstein, Luciano Moscoso,
Daniel Vignaud (SPP)

Pour compléter votre information :

- ANTARES Proposal, juin 1997
- L. Moscoso, *L'œil de Nestor*, ScintillationS n° 24, juin 1995
- M. Cribier, M. Spiro, D. Vignaud, *La lumière des neutrinos*, Le Seuil, 1995
- L. Moscoso, *De la désintégration du proton à l'astrophysique*, Clés CEA n° 9, été 1988
- B. Morin-Blanch, *Un observatoire par une demi-lieue sous la mer*, Les Défis du CEA, septembre 1997

1 – Il existe trois type de neutrinos : le neutrino électronique associé à l'électron, le neutrino muonique associé au muon et le neutrino taonique associé au taon (voir le tableau des particules dans ScintillationS n° 3 ou 19)

2 – Centre pour la Physique des Particules de

Marseille, laboratoire de l'IN2P3 d'Orsay.

3 – Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER, relié au CNRS.

4 – Institut National des Sciences de l'Univers, institut du CNRS.

BRÈVES... BRÈVES... BRÈVES... BRÈVES...

WANTED !

Une « Brève » est, comme son nom l'indique, un bref article relatant tout événement marquant survenu récemment au DAPNIA susceptible d'intéresser tous les agents dudit DAPNIA et des institutions voisines, et d'être éventuellement la matière d'un article ultérieur plus développé. C'est le même système que les « lettres » et les « articles » de nos revues professionnelles, la vulgarisation en plus.

Ami(e)s d'apniesques, si vous avez vent de tels événements, merci d'envoyer tout soudain la substantifique moelle, soit au correspondant « ScintillationS » de votre service dont vous trouverez le nom dans l'« Ours » du journal (le petit carré jaune en bas à droite de la page 8), soit au porte-parole, Joël Martin (SPhN), DSM/DAPNIA/SPHN, Bât. 703, pièce 6 (ce n'est pas la pièce du fond NDLR), tél. 73-88, fax 75-84. Si vous n'avez pas le temps de rédiger vous-même, l'équipe rédactionnelle du journal se fera un plaisir de vous proposer ses services.

Pensez aussi à l'ami Gilles Cohen-Tannoudji (tel. 74-12, fax 99-92), qui œuvre maintenant pour la communication à l'échelon DSM. Il est preneur de tout fait marquant.

LEPTOQUARK, ES-TU LÀ ?

Notre numéro 30 posait la question : « Une nouvelle physique à HERA ? » suite à l'observation par les détecteurs H1 et ZEUS d'événements en nombre difficilement explicable par le **Modèle Standard**, la théorie des particules élémentaire actuellement la plus élaborée et jusqu'alors jamais prise en défaut (**voir les n° 12 et 13**). Fluctuation statistique ou phénomène nouveau ? Si ce ne s'agit pas d'une fluctuation, quel corpuscule est capable de renvoyer en arrière avec une telle violence le positon qui l'a heurté ? Un « squark¹ » ? Un « préquark² » ? Ou alors s'est-il formé un « leptoquark » (**voir plus loin**) ? De toutes façons, il s'agirait d'un corpuscule en gros 200 fois plus lourd qu'un proton (200 GeV/c²).

Grande agitation dans le Landerneau des physiciens des particules ! Les équipes des expériences D0 et CDF (**voir n° 21**) auprès du collisionneur protons-antiprotons **Tevatron** du Fermilab, près de Chicago, viennent d'obtenir des résultats qui pourraient mettre quelque plomb dans l'aile à l'hypothèse du leptoquark. Ces équipes où figurent des chercheurs du DAPNIA ont en effet montré que s'ils existent, les leptoquarks ont une masse supérieure à 225 GeV/c². Voici leur argumentation :

“ Les leptoquarks sont des particules hypothétiques qui apparaissent dans des théories visant à la « Grande Unification » des forces fondamentales de la nature. Ces particules pourraient être produites par choc électron-proton (HERA) ou proton-antiproton (Tevatron). Il est prédit que les leptoquarks se désintègrent quasi-instantanément en un lepton et un quark.

“ Le Tevatron est capable de matérialiser des particules de quelques centaines de GeV/c². L'expérience D0 a donc cherché des réactions proton-antiproton dans lesquelles deux leptons et deux quarks sont identifiés simultanément. Plusieurs réactions connues peuvent simuler la production de leptoquarks. Aussi faut-il établir des critères de sélection assez sévères pour diminuer les événements provenant de telles réactions « parasites » (bruit de fond), mais permettant de conserver le maximum de réactions productrices de leptoquarks (signal). En particulier, le Détecteur de Rayonnement de Transition construit à Saclay a été utilisé pour améliorer la séparation entre le signal et le bruit de fond. Le résultat est net : D0 n'a observé aucun événement satisfaisant ces critères.

“ Comment interpréter cette absence d'événement ? Il faut d'abord calculer le nombre de leptoquarks attendus, lequel dépend du modèle théorique et de la masse de ces particules ainsi que de leur mode de

désintégration. Si les leptosquarks se désintègrent toujours en couples électron-quark, le résultat de D0 montre que leur masse est supérieure à $225 \text{ GeV}/c^2$, avec une probabilité de 95 %. Et si l'on tient compte du résultat obtenu par l'autre expérience (CDF), soit $210 \text{ GeV}/c^2$, on obtient une limite inférieure pour la masse du leptosquark de $240 \text{ GeV}/c^2$ (voir le mini-glossaire).

“ Or, l'hypothèse de production de leptosquarks par les événements observés à HERA n'est compatible avec la théorie que si ces particules ont une masse de l'ordre de $200 \text{ GeV}/c^2$. ”

Les paris sont ouverts. Compte tenu des flous statistiques, $240 \text{ GeV}/c^2$ est-il assez loin de $200 \text{ GeV}/c^2$ pour que l'on enterme définitivement le leptosquark d'HERA ? Rendez-vous aux prochains résultats.

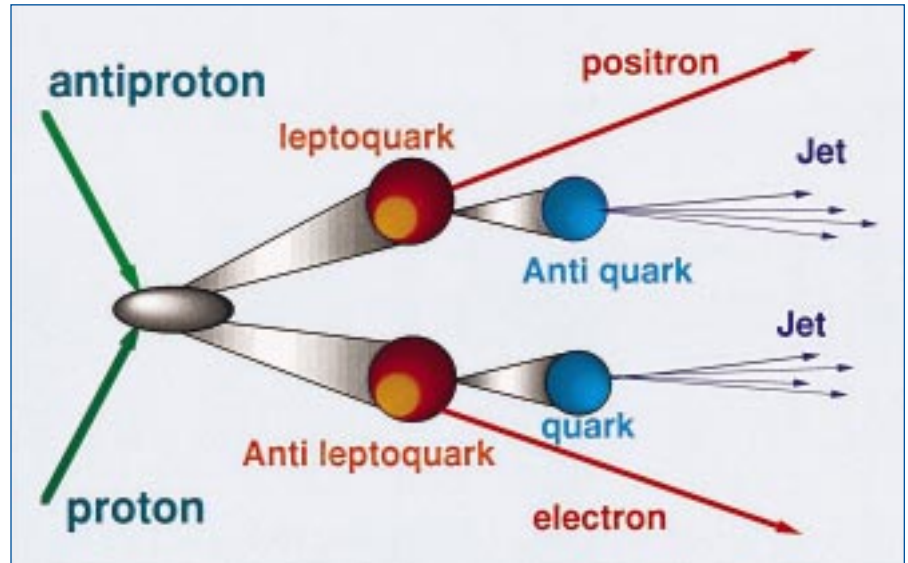
1 – Hypothétique particule « supersymétrique » du quark (voir « ScintillationS » n° 23).

2 – Hypothétique constituant élémentaire du quark qui se révélerait alors une particule composite.

Mini-glossaire

D0 donne une limite inférieure de $225 \text{ GeV}/c^2$, CDF, de $210 \text{ GeV}/c^2$. Intuitivement, on pourrait dire que la limite inférieure est la moyenne de ces deux valeurs. Intuition trompeuse. En fait, il s'agit d'une « non-mesure » : entre ne pas mesurer un phénomène — en l'occurrence l'émission simultanée de deux leptons et de deux quarks après choc proton-antiproton — et mesurer que ce phénomène ne se produit pas, la nuance est de taille. Et plus on mesure de ces non-événements, plus on constate que la limite inférieure de la masse du leptosquark est élevée.

En réalité, le désaccord entre la valeur mesurée par D0 (225) et CDF (210) n'en n'est pas un. Cette différence signale seulement que D0 a obtenu plus de non-événements que CDF. La limite inférieure de l'expérience D0 est de ce fait plus élevée que celle de sa collègue CDF. Mais si l'on cumule les résultats des deux équipes, on a plus de mesures, et donc la limite inférieure de la masse du leptosquark s'élève. En l'occurrence, elle atteint $240 \text{ GeV}/c^2$.



Production d'un leptosquark et d'un anti-leptosquark par collision proton-antiproton. On montre un des cas de désintégration de ces particules hypothétiques. Seuls les électrons et les particules composant des jets sont mis en évidence dans le détecteur.

UN NIAGARA DE PROTONS AU CERN

Le 29 août 1997, le faisceau du PS (Proton Synchrotron) a atteint l'intensité record de $3,02 \cdot 10^{13}$ (trente mille deux cents milliards) protons par seconde, et de $2,92 \cdot 10^{13}$ pour l'intensité du faisceau extrait à 14 GeV. Rappelons que le PS est le premier étage d'une série d'accélérateurs : il sert d'injecteur au SPS (Super Proton Synchrotron), où se heurtent deux faisceaux de protons et d'antiprotons de 500 GeV tournant en sens inverse. Lapalissade : plus l'intensité de l'injecteur est forte, plus celle du SPS l'est. Et plus les physiciens voient clair. Le SPS, à son tour, servira d'injecteur au futur LHC (Large Hadron Collider) où l'énergie des faisceaux de protons et d'antiprotons atteindra 7 TeV (7.000 GeV).

LE MICROCOSM ROUVRE SES PORTES

Le Microcosm est une exposition permanente qui se propose d'expliquer au grand public les recherches faites au CERN et d'en montrer le caractère passionnant.

Après avoir fermé tout l'été, il a rouvert ses portes au CERN le 1^{er} septembre 1997. De nouveaux équipements interactifs, de nouvelles expositions ont été installés, avec des explications plus claires en quatre langues. Depuis sa création en 1990, le Microcosm a reçu chaque année plus de vingt mille visiteurs. L'équipe responsable vous y attend accompagné des enfants et des grand-parents.

*Deux échos recueillis par
Élizabeth Locci (SPP)*

LE « GLUON D'HONNEUR »

Un prix est décerné chaque année par un aréopage de journalistes qui récompense la plus monumentale ânerie proférée par une personnalité politique. Deux exemples — rigoureusement authentiques — sont restés fameux : « *L'an dernier nous étions au bord de l'abîme et cette année, nous avons fait un grand pas en avant !* » et, d'un député rendant hommage à l'abnégation des épouses de sapeurs-pompiers : « *Sans femmes consentantes, il n'y aurait pas de pompiers !* »

Sur le modèle de la « noix d'honneur » d'un illustre confrère du mercredi, « ScintillationS » envisage de décerner tous les deux mois son « **Gluon d'honneur** » à la personne, scientifique ou non, auteur

de la plus majestueuse bêtise dans le domaine scientifique, sur la période considérée. Chasseurs de bourdes, affûtez vos yeux et vos tympans ! Nous aurons plaisir à découvrir ces bourdes de façon incessante (NDLR)...

UNE NOUVELLE CAFÉTERIA AU DAPNIA

Tou(te)s au bâtiment 141 ! Poussez la porte 21 A, ou la porte 21 B au rez-de-chaussée, et vous découvrirez une splendide machine à café dans une pièce fort accueillante.

Afin de se remettre d'une dure mais cordiale réunion du Comité de Rédaction, les inspecteurs du guide gastronomique de « *ScintillationS* » se sont rendus sur les lieux le 11 juillet 1997 en vue de tester l'arôme du café proposé par la splendide machine. Hélas, elle était hors-service.

Ils sont revenus. Verdict : le café se laisse boire.

PAN(S) ! SUR LE BECQUEREL !

Perturbé par les aléas et retards à la production du journal pour cause de surcharge de travail de Christine Marteau, notre talentueuse et dévouée maquettiste que submerge, jour après jour, une marée blanche de feuillets rapportdactivitesques, le porte-parole a complètement perdu la notion du temps : le numéro 32 de « *ScintillationS* » paru début août 1997 est daté de juin (de la même année, tout de même). Mais que la Bibliothèque Nationale se rassure : le dépôt légal est bien daté du mois d'août 1997. Le même porte-parole constate amèrement qu'il manie intempestivement le renversement du temps : contrairement à ce que prétend le « *Va-et-vient* » du n° 32, Serge Boiziau va du SEA au DRECAM et non l'inverse. Tant pis pour le SEA et tant mieux pour le DRECAM. Bonne chance, Serge! (*Notre Serge a un côté bien vaillant, NDLR*).

Jamais deux sans trois : une erreur, glissée dans la légende de la photo du bas de la page 4, a transformé l'Accélérateur

Linéaire de Saclay (ALS) en cavité neuf cellules.

Victime de la contagion, Yves Sacquin s'est un peu emmêlé les champs dans sa brève du n° 32 « *L'incendie du SPS* ». Les flammes ont dévoré non pas une unité d'alimentation des aimants du SPS (champ magnétique qui transporte et focalise les faisceaux) mais une unité d'alimentation des cavités RF (cavités radiofréquences où se propage et s'amplifie la houle de champ électrique sur laquelle surfent les particules qui ainsi acquièrent de l'énergie). « Quand ça brûle, ça fait venir plein de gens ! » aurait (?) déclaré l'intéressé, parlant aussi, suite à l'action des pompiers, de l'eau des cavités.

LE CONGRÈS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

On ne défile pas cantine en tête.

C'est par cette citation du général de Gaulle que le ministre de la recherche, Claude Allègre, a conclu son discours d'inauguration du congrès de la Société Française de Physique, qui s'est déroulé du 7 au 10 juillet dernier à la Sorbonne. Le ministre voulait faire comprendre que l'administration ne doit pas empiéter sur le travail des chercheurs, et il a annoncé qu'il ferait de la relance de l'emploi scientifique l'axe principal de son action. Ce congrès, riche de 15 colloques en parallèle, a permis aux physiciens français de se rencontrer et de se tenir au courant des progrès récents dans beaucoup de domaines de la physique. Le DAPNIA y était fort bien représenté, aussi bien dans les organisateurs des différents colloques que parmi les intervenants : une douzaine de physiciens du DAPNIA présentaient un exposé.

Le colloque international d'histoire des sciences, consacré au centenaire de la découverte de la radioactivité, a réuni des historiens et des chercheurs de tous pays, tandis que le colloque sur la physique du XXème siècle dans l'enseignement a permis de faire le point sur les Olympiades de la Physique qui, rappelons-le, auront leur cérémonie de remise des prix 1997 à l'automne à Saclay. Ce fut aussi l'occasion d'entendre le professeur Jean-Marc Lévy-

Leblond comparer sa première expérience de la recherche, à côté de l'enseignement secondaire scientifique qu'il avait reçu, à une nuit d'amour, à côté d'un cours d'éducation sexuelle. Quelle belle expression pour parler de la Passion Recherche !

Yves Sacquin (SPP)

LE BAR DES SCIENCES

Comme indiqué dans le numéro 31 de « *ScintillationS* », la Division « Champs et Particules » de la Société Française de Physique a organisé dans le cadre de son colloque annuel, dont Yves Sacquin rend par ailleurs compte dans la brève ci-dessus, un « *Bar des Sciences* » sur le modèle des cafés philosophiques qui éclosent un peu partout en ce moment.

Cette manifestation gastronomico-culturelle s'est déroulée dans la bonne humeur et dans la Brasserie Vagenande, 142 boulevard Saint-Germain, à Paris, les 7, 8, et 9 juillet 1997.

L'auteur de ces lignes s'y est rendu le 9 et se déclare ravi de sa soirée. Il faut dire que la SFP avait bien fait les choses. Un savoureux buffet, apéritif et vin à volonté, de quoi s'ouvrir les papilles et, ce faisant, l'esprit. Deux excellents musiciens. Un fabuleux illusionniste ventriloque. Mais surtout, une déesse-ex-machina de haute volée puisqu'il s'agissait de la talentueuse chroniqueuse et vulgarisatrice scientifique de Radio-France, Marie-Odile Monchicourt. Omniprésente, chaleureuse, mettant tout le monde à l'aise, suscitant les bonnes questions, recentrant les débats, usant à bon escient de la provocation souriante, morigénant gentiment les physiciens lorsque ces derniers devenaient trop techniques, elle contribua de façon décisive à la chaleur et à la profondeur des échanges entre un public avide de savoir et des scientifiques avides de communiquer.

Communicants, mes frères, nous avons encore des progrès à faire. On remet ça samedi 11 octobre 1997 de 17 à 20 heures, au « Café des phares », 7 place de la Bastille. Et toujours avec Marie-Odile Monchicourt.

Joël Martin

(SPhN et porte-parole de « ScintillationS »)

ÉCHOS ASTROPHYSIQUES

Salon du Bourget

Le DAPNIA était présent lors du dernier Salon du Bourget, du 15 au 22 juin dernier : cette grande manifestation de l'industrie aéronautique et aérospatiale était l'occasion pour le SAP de montrer son savoir faire en instrumentation spatiale. On pouvait ainsi voir sur le stand du CEA, qu'honorait de sa présence J-J. Favier, le spationaute maison, des modèles de développement d'ISOCAM, GOLF et CIRS (voir brève sur Cassini), qui eurent beaucoup de succès. Le SEI, en association avec la DAM et le LETI, était également présent sur le stand, au travers d'une présentation remarquable de sa technologie micro-électronique durcie DMILL.

Ariane 5

Le second tir dit "de qualification" d'Ariane 5 pourrait avoir lieu fin octobre ou début novembre. Après l'échec du premier tir en mai 96, et la perte de la mission scientifique Cluster, ce nouvel essai est un enjeu capital pour l'Agence Spatiale Européenne (ESA, maître d'ouvrage), le CNES (maître d'œuvre) et toute l'industrie aérospatiale européenne.

Il revêt également une grande importance pour le DAPNIA, puisque plusieurs grandes missions auxquelles nous partici-

pons doivent être lancées par une Ariane 5 : XMM en 1999, FIRST en 2004, et peut-être (s'il n'est pas possible d'utiliser un lanceur russe) INTEGRAL en 2001.

Cassini/CIRS (suite)

Une exposition sur l'ensemble de la mission Cassini se déroule jusqu'au 11 octobre à l'Observatoire de Paris. Ouverture : les lundi, mercredi, vendredi et samedi de 13 à 18 heures.

Trois échos recueillis par Franck Quatrehome (SAP)

FÊTE DE LA SCIENCE 1997

Les volontaires que l'on espère nombreux à répondre à la réelle soif de connaissance du public auront l'occasion de s'exercer à la communication lors de la prochaine Fête de la Science, les 10, 11, et 12 octobre 1997.

Lesdit(e)s volontaires sont invités à se faire connaître des organisateurs au niveau du Centre de Saclay : Brigitte Jacob et Philippe Merlier, Tél. 29-02, Fax 98-45. Bien le merci.

Cette fête vous donnera l'occasion de vous exprimer dans un « café des sciences », sis au restaurant 2 du CE Saclay, et de surfer sur dix sites INTERNET, au même endroit. Vous seriez ballottés de ne pas profiter de ces sites.

PLUMES DU DAPNIA

- Yves Sacquin (SPP) vient de faire paraître aux éditions Hachette deux séries de disquettes Mac ou PC :

Les Forces et Les Quarks.

Il s'agit de logiciels proposant aux collégiens des animations interactives et colorées sur les forces fondamentales de la nature, et sur les quarks, les gluons et la couleur. Très joli et très instructif. Pour tout âge.



Les quarks

- Jean-Luc Starck (SEI) vient de publier avec Albert Bijaoui (Observatoire de la Côte-d'Azur) et Fionn Murtagh (Université de l'Ulster) aux éditions Cambridge University Press :

Image Processing and Data Analysis, the multiscale approach

Cet ouvrage est destiné à tous ceux qui désirent apprendre ou se perfectionner dans les techniques modernes de traitement de l'image et de l'analyse de données numériques, en astronomie, génie électrique, (géo)physique et imagerie médicale.

- Joël Martin (SphN & ScintillationS) publie chez Albin Michel :

Sur l'Album de la ContesTe, (baths m'issives et Plis bien en'oyés)

C'est un recueil de 69 fausses-vraies lettres administratives et autres dans lesquelles se terrent plus de 3000 contrepèteries, de « M. le Percepteur, je n'ai jamais entassé de pécule ! » à « Ma chérie, tu sais, c'est toi ! » en passant par : « Nous manquons de cours de latin ». Pour amateurs de NDLR...

VA-ET-VIENT

Juillet 1997 – Biard (DIR) est mutée à la DSE. Gérard Béty (SIG), Marcel Kleczewski (SAP), Bernard Mahut (SEA), Alain Raviart (DIR) et Sylvain Zylberajch (SPP) s'en vont vers d'autres horizons. Bonne retraite ! Noëlle Loas nous arrive de la DCC et vient renforcer DAPNIA/DIR. Pierre Starzynski est muté du LNS au SED. Bienvenue à la petite nouvelle et au petit nouveau !

Août 1997 – Frédéric Lejars rentre au bercail : il est réintégré au STCM. Suzanne Madden est recrutée au SAP. Bienvenue au petit nouveau et à la petite nouvelle. Jean de Trogoff quitte le SED pour la DF (Direction Financière). Jean, des sous! (ce n'est pas une NDLR). Henri Catz va du SPhN à la DSE. Bonne chance, Henri ! La fille du proviseur se penche sur les sections d'Henri IV (c'est une NDLR).

REGRETS

Jean-Claude Scheuer vient de nous quitter après une longue maladie. Responsable au DAPNIA de tout ce qui est bibliothèque, documentation, archives, implantations INTERNET de toutes sortes, Jean-Claude était pour l'information au DAPNIA un peu comme un phare multimédia. Son enthousiasme pour les nouvelles techniques de communication était... communicatif. Jean-Claude, tu nous manques. Mais nous allons essayer de suivre la voie que tu nous a défrichée. Que ta famille et tes proches trouvent ici l'expression de notre vive sympathie et de notre soutien.

CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :

Joël FELTESSE

COMITÉ ÉDITORIAL :

Joël MARTIN (porte-parole),

Claire ANTOINE,

Pierre BORGEAUD,

Michel BOURDINAUD,

François BUGEON, Rémi CHIPAUX,

Claude LESMOND, Elizabeth LOCCI,

Franck QUATREHOME, Marc SAUVAGE,

Yves SACQUIN, Angèle SÉNÉ,

Christian VEYSSIÈRES

RÉDACTION :

Maryline ALBÉRA

MAQUETTE :

Christine MARTEAU

MISE EN PAGE :

TOTEM

Dépôt légal octobre 1997

13!