

Journal du Département d'Astrophysique, physique des Particules, physique Nucléaire et d'Instrumentation Associée



## UN DÉFI POUR LE DAPNIA

par Michel Spiro

Le "modèle standard" en physique des particules (qui d'ailleurs s'apparente beaucoup plus à une théorie qu'à un modèle) représente l'acquis conceptuel de cette discipline au cours des 30 dernières années. Il fait et fera date en matière d'histoire de la connaissance. Mais on sait déjà qu'il ne constitue, en son état actuel qu'un jalon. Il y demeure encore des chaînons structurels manquants. Au mieux, le modèle standard s'intégrera dans les deux prochaines décennies à une théorie plus vaste et au pire il s'écroulera sur ses fondements encore mal assurés.

Le devenir de cette théorie reposera principalement sur son aptitude à rendre compte ou non des recherches qui vont se poursuivre auprès du LEP au CERN (le plus grand accélérateur actuel au monde) dans les années qui viennent et auprès de la prochaine génération d'accélérateurs qui se discutent aujourd'hui, le SSC aux Etats Unis, le LHC au CERN. Ce sont là clairement les axes prioritaires de la recherche en physique des particules, même si celle-ci ne se résume pas à ces deux axes.

Le DAPNIA, à travers les services de physique des particules, de cryomagnétisme, d'électronique, des détecteurs et d'instrumentation générale est fortement mobilisé pour le LHC. Les équipes de physiciens s'aguerissent dans la "bataille" qui conduira au choix des détecteurs. Les électroniciens se confrontent à la tâche de conception de circuits complexes capables de répondre aux taux très élevés des collisions et de résister aux radiations. Le service de cryomagnétisme est présent à la fois sur le front de la machine (aimants et quadrupôles) et sur le front des aimants géants dans lesquels s'inséreront les détecteurs. Le service des détecteurs recherche et développe, avec les physiciens, les solutions possibles au défi que constitue l'imagerie de collisions se succédant toutes les quinze milliardièmes de seconde et dans chacune desquelles des centaines de particules sont produites. Enfin l'intendance, le service d'instrumentation générale, est prête, l'arme au pied, pour affronter les problèmes de logistique et de contrôle. Voilà, en termes bien guemiers, comment décrire la situation du LHC. Mais il s'agit bien, pour le service de physique des particules, du grand défi à relever dans les années qui viennent.

## Expériences au LHC : les projets en débat à Evian.

Les physiciens des particules européens ont tenu du 5 au 8 Mars un congrès à Evian pour faire le point de leurs études sur l'expérimentation auprès du futur collisionneur LHC (Large Hadron Collider) au CERN. Pour la première fois, on a dépassé le stade des études générales de physique : chaque collaboration a présenté son concept d'expérience et défendu les capacités de son détecteur à explorer ce nouveau domaine.

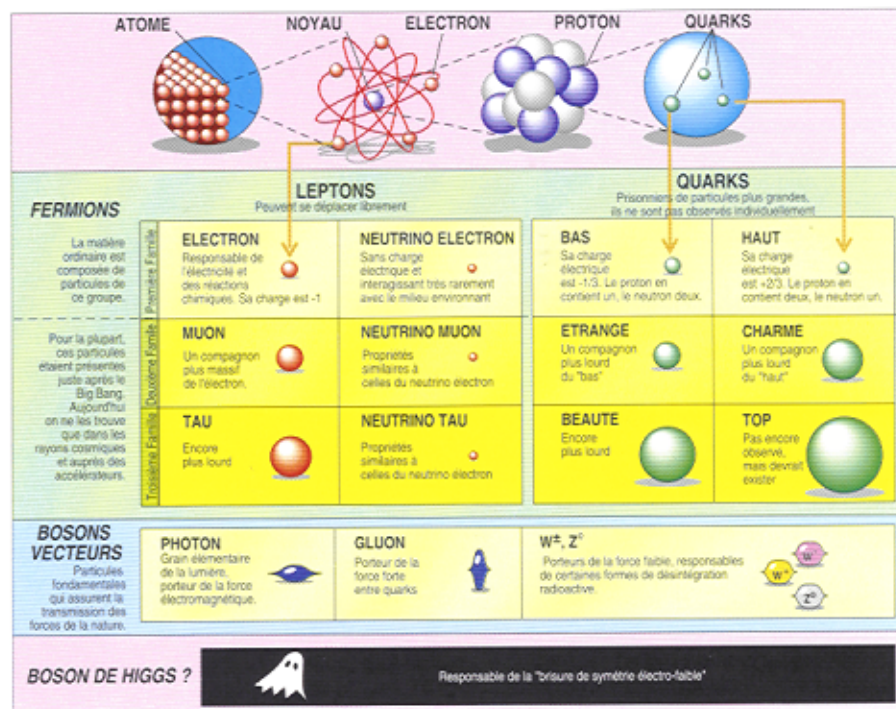
### Des questions fondamentales

Il ne s'agit rien moins que de s'attaquer à la compréhension des fondements même du "modèle standard". Cet ensemble théorique, élaboré dans les années 70, n'a cessé depuis d'être confirmé expérimentalement. Citons par exemple la découverte en 1983 et 84 des particules W et Z avec les propriétés prévues. Cette découverte, établie avec quelques dizaines d'événements, a été faite sur le collisionneur proton-antiproton du CERN par les expériences "UA1" et "UA2" auxquelles participait largement le DPhPE. Depuis 1989, le CERN a mis en service le LEP (Large Electron Positron), qui accélère des électrons et des positons en sens opposés dans son tunnel circulaire de 27 km de circonférence, à une énergie de 50 GeV par faisceau. Quatre

expériences placées aux points de collision (dont trois avec la participation du DAPNIA), ont déjà enregistré chacune plusieurs centaines de milliers d'événements Z. L'analyse de ces données a permis la confirmation de la validité du modèle standard et la mesure précise de plusieurs de ses paramètres. On a donc maintenant des idées beaucoup plus claires sur l'identité des constituants élémentaires de la matière, les leptons (électron, muon, tau et neutrinos associés) et les quarks, sur la structure de leurs interactions (électro-faible, forte), sur la nature des particules qui les transmettent (photon, bosons W et Z, gluons), et sur la valeur de la plupart des paramètres (masses des particules, constantes de couplages, angles de mélange).

Que peut-on souhaiter apprendre de plus ? Tout d'abord, le plus lourd des quarks de ce tableau (le quark top) n'a pas encore été observé. Il sera peut-être dans les prochains mois auprès de l'accélérateur de Fermilab (USA) où deux expériences le recherchent (le DAPNIA participe à l'une d'entre elles, "D0"). Sinon, il faudra attendre la prochaine génération de machines.

Mais la grande motivation pour aller plus loin, grâce à de nouveaux accélérateurs plus puissants, vient du fait que la partie la plus esthétique du modèle, celle qui unifie les interactions électromagnétique et





faible en une seule interaction dite électro-faible, repose sur un mécanisme astucieux mais artificiel, le mécanisme de Higgs. Sans entrer dans les calculs, on peut comprendre pourquoi les physiciens veulent en savoir davantage sur cette théorie qui fonctionne à merveille, mais qui paraît un peu tirée par les cheveux.

L'unification des interactions électromagnétique et faible se fait en deux temps :

-D'abord on reconnaît la similitude de forme des interactions électromagnétiques (tout ce qui concerne les charges et les courants électriques) et faibles (désintégrations radioactives, fusion dans les étoiles, interactions des neutrinos, etc...). On en déduit que les particules qui transmettent ces interactions, le photon pour l'électromagnétique, et les W et Z pour la faible, ne sont que différentes apparences d'une seule et même particule. Or la masse du photon est nulle, alors que celle des W et Z est grande, presque cent fois celle du proton.

-Il faut donc ensuite "briser" cette "symétrie électro-faible" que l'on vient d'inventer. Le mécanisme de Higgs consiste à introduire une nouvelle particule, le boson de Higgs, que l'on appelle familièrement "le Higgs", et à bâtir une interaction ad-hoc pour provoquer délibérément une configuration non-symétrique. Après quoi le modèle fonctionne parfaitement : c'est grâce à lui, par exemple, que l'on a pu prédire les masses des W et Z bien avant leur découverte.

Comme on ne demande "au Higgs" que

d'exister pour faire fonctionner ce mécanisme, la théorie ne dit rien sur sa masse, sinon qu'elle peut difficilement excéder 1 TeV ( $10^{12}$  électron-Volts) sans mettre en cause tout l'édifice. La chasse "au Higgs", ou à ce qui en joue le rôle, est donc ouverte.

Que "le Higgs" existe ou non, la plupart des physiciens s'accordent à penser que quelque chose de nouveau doit se passer lorsqu'on atteint des énergies de réaction de l'ordre du TeV. Les plus optimistes prédisent même une physique entièrement nouvelle, aussi riche que la physique habituelle de basse énergie, sur la base de théories aux noms exotiques (en particulier la super-symétrie, toujours très en vogue).

### Les collisionneurs de l'an 2000

La seule façon, dans un avenir assez proche, d'atteindre une échelle d'énergie de l'ordre du TeV est de réaliser des collisions proton-proton avec une énergie par faisceau de l'ordre de la dizaine de TeV au moins. Dans le monde, deux projets de construction d'un tel accélérateur sont à l'étude :

- Aux USA, le projet SSC (Super-conducting Super Collider) envisage une machine entièrement nouvelle, près de Dallas au Texas, avec une énergie par faisceau de 20 TeV, dans un tunnel de 83 km de circonférence.

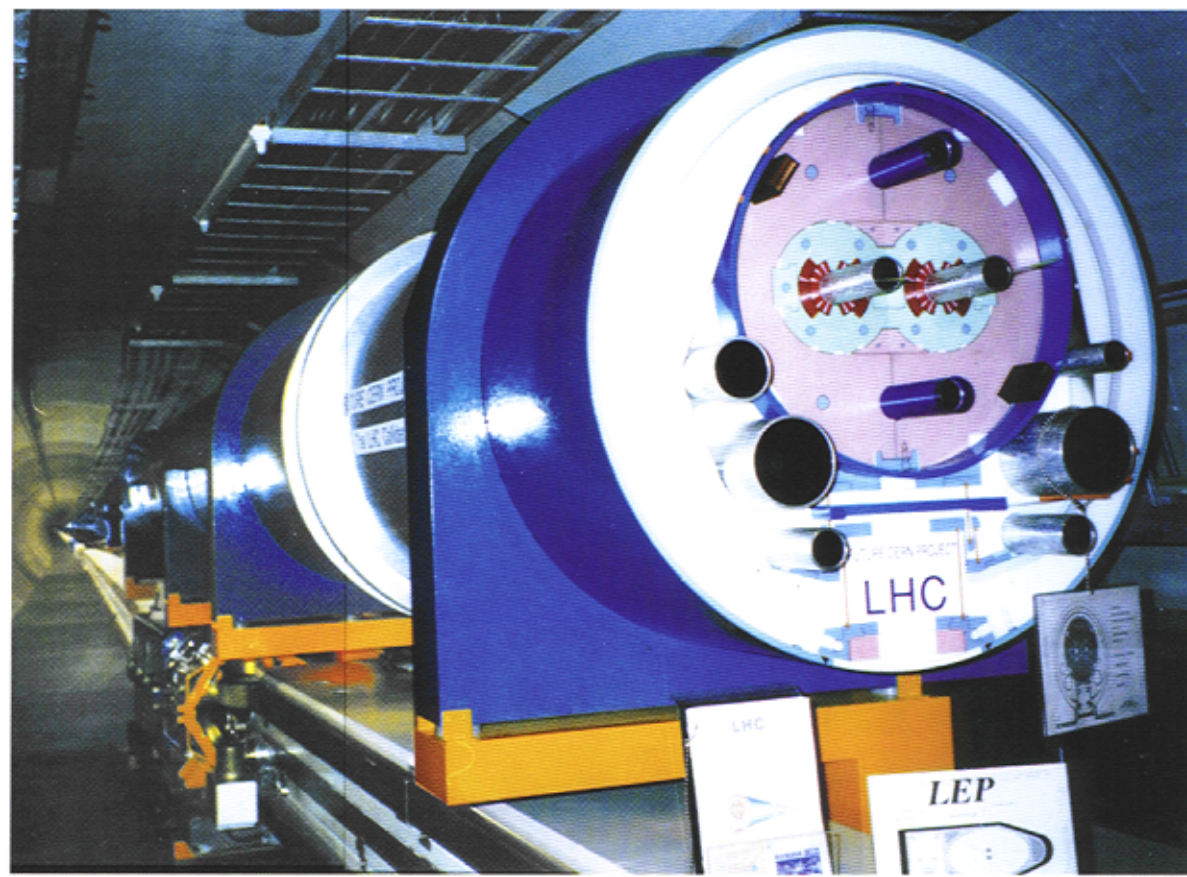
- En Europe, le CERN dispose déjà du tunnel et de l'instrumentation du LEP. Le projet LHC consisterait à installer dans ce

tunnel deux anneaux de protons avec des aimants supraconducteurs à 10 Teslas, permettant une énergie par faisceau de 8 TeV. Au DAPNIA, le STCM participe à l'étude de certains de ces aimants. On espère, dans ce projet, compenser l'énergie inférieure à celle du concurrent américain par une intensité de faisceaux plus élevée.

La très haute énergie des collisions, et surtout leur fréquence extrêmement élevée, font de l'expérimentation auprès de ces machines un défi d'un ordre de grandeur supérieur aux précédentes. Dans les deux machines, les faisceaux sont constitués de paquets de protons qui se rencontrent dans les zones d'expérience au rythme d'un croisement toutes les 15 nanosecondes. Pour avoir accès à la nouvelle physique que l'on attend, il faut une intensité telle dans ces paquets qu'il en résultera une interaction par croisement au SSC, et plus de 10 au LHC (soit presque un milliard d'interactions par seconde!). Pourtant les événements intéressants, comme ceux où se manifesterait "un Higgs", seront encore rares : quelques dizaines à quelques centaines par an. D'où la difficulté de la tâche des expérimentateurs!

### La naissance des expériences

Depuis 1982 environ, en Europe et aux USA, les physiciens ont étudié les multiples sujets de physique auxquels peuvent donner accès ces collisions, et se sont peu à peu rassemblés en de grandes collaborations pour proposer des expé-



Maquette d'élément d'accélération pour le futur LHC, installée à l'exposition permanente du Cern, "Microcosme".



riences. Aux USA, un premier tour de choix a été effectué conduisant à l'acceptation de l'expérience "SDC", à laquelle le DAP-NIA participe.

En Europe, plusieurs collaborations se sont constituées, et ont présenté, pour la première fois de façon officielle, leurs projets au congrès d'Evian.

Trois groupes de physiciens du SPP, associés aux services techniques, sont impliqués dans trois de ces collaborations :

- étude avec le STCM d'un aimant toroidal supraconducteur, pour le projet "ASCOT".

- étude avec le STCM d'un solénoïde supra à 4 Teslas, et avec le SED, études de calorimétrie à cristaux scintillants, pour le projet "CMS".

- Avec le SED et le STCM, étude d'un ensemble de calorimètres à argon liquide, détecteur, cryostat, solénoïde intégré, pour le projet "EAGLE".

Le SEI est aussi partie prenante dans plusieurs études d'électronique plus ou moins communes aux expériences LHC et SSC.

La construction du LHC permettra aussi de faire de nombreuses expériences complémentaires aux grosses expériences proton-proton, comme les collisions ion-ion, les collisions électron-proton (avec le LEP), la recherche des neutrinos tau (en mode cible fixe), ou l'étude des mésons B (en collisions, ou en cible fixe; un groupe du SPP s'intéresse à l'option cible fixe). Ces sujets ont été également présentés à Evian, ainsi que les dernières informations sur les études de la machine et les récents développements de détecteurs.

Déjà, on pense à l'"après Evian". Quelle stratégie adopter pour chaque collaboration? Et pour notre département? A quelle(s) expérience(s) participer dans la phase concrète? Une autre question importante est liée au fait qu'aucune décision définitive pour la construction du LHC n'est attendue avant fin 1993. Quelle implication souhaite-t-on pour les services de physique et de technique d'ici là? C'est l'avenir pour 15 ans d'une très importante partie de notre discipline qui est en jeu.

Bruno Mansoulié (SPP)

#### Post Scriptum :

Le lecteur pourrait s'étonner de ne pas voir dans ces pages d'illustration représentant un projet d'expérience au LHC. Qu'il se rassure, de tels dessins existent et leur esthétique n'est pas en cause. Cependant, comme il a été dit dans le texte, trois groupes de physiciens du laboratoire sont d'ardents défenseurs de trois expériences différentes. Le lecteur comprendra que, dans ces conditions, privilégier le dessin d'un projet particulier présenterait des risques excessifs pour l'auteur.

## SUPRACONDUCTIVITE ET SUPERFLUIDITE : LES SUPERLATIFS EN ACTION

**Il devient de notoriété publique que la physique quantique rend compte du comportement des objets microscopiques. On sait bien que les molécules, atomes et autres particules minuscules suivent scrupuleusement les règles qu'elle édicte. Pourtant, son domaine de validité ne se limite pas à l'infiniment petit. Il existe des comportements macroscopiques qui sont fondamentalement quantiques. Nous voulons ici en évoquer deux, qu'utilise quotidiennement l'accélérateur prototype MACSE<sup>(1)</sup> : la superfluidité et la supraconductivité.**

### La perte d'identité : un jeu très collectif

*"Je suis dans un fichu état, avouez-le"*

Martin du Gard, les Thibault.

La physique quantique a modifié notre conception des particules individuelles, c'est connu. On sait moins qu'elle bouleverse aussi notre compréhension des systèmes composés de nombreuses particules identiques. Un ensemble formé d'un grand nombre de particules de même espèce possède des propriétés étranges, très différentes de celles des ensembles classiques. C'est que, en théorie quantique, l'identité des particules leur fait perdre leur ... identité quand on les considère individuellement.

Dans la conception classique, l'identité des molécules d'un gaz, par exemple, n'empêche pas l'identification propre de chaque molécule : on peut même étudier son sort individuel en suivant sa trajectoire. Or, la notion de trajectoire n'a plus de sens en physique quantique. Il n'est donc pas possible, dans un ensemble de particules identiques, de les suivre individuellement et de définir leurs destins particuliers. Le système n'existe plus que de façon collective : la connaissance de l'état global d'un ensemble de particules ne permet pas d'attribuer un état défini à chaque particule. Même si cet état collectif est construit à partir d'états individuels, ces états ne peuvent être attribués à telle ou telle particule. Comment pourraient-ils l'être d'ailleurs puisqu'elles sont vraiment identiques, c'est-à-dire indiscernables? Ce sont toutes les particules à la fois qui occupent tous les états individuels, de façon communautaire et inséparable.

### Deux tempéraments : les solitaires et les attroupés

Le formalisme quantique distingue deux types de particules, les fermions et les bosons.

- Les fermions sont des individualistes sociaux. Ils obéissent au principe d'exclusion de Pauli, qui interdit à deux fermions identiques de se trouver dans le même

état physique. Ainsi un état collectif sera-t-il construit à partir d'états individuels tous différents. Le fermion est un loup pour le fermion.

- Les bosons, au contraire des fermions, sont de dociles animaux. Ils obéissent à un principe de grégarité, marquant une nette préférence pour les états collectifs construits à partir d'états individuels identiques. Pas question de se faire remarquer.

Ces deux types de comportement se manifestent de façon visible dans les propriétés des systèmes macroscopiques. Dans un système de fermions, tout se passe comme si le caractère ombrageux et exclusif des constituants induisait entre eux une répulsion qui s'ajoute aux forces physiques qu'ils subissent déjà. Inversement, un système de bosons montre une sorte d'attraction réciproque qui donne au système une cohérence d'ensemble.

### La superfluidité de l'hélium ou le panurgisme organisé

L'hélium devient liquide à 4,2 Kelvins à la pression ordinaire. Si l'on diminue encore sa température, par exemple en abaissant sa pression, son comportement change brutalement au-dessous de 2,18 K. Il a une conductivité thermique très élevée et une viscosité nulle ! Il traverse sans perte d'énergie les capillaires les plus fins et grimpe le long des parois d'un récipient. Bref, il devient intenable.

Ces propriétés bizarres viennent de ce que les atomes d'hélium 4 sont des bosons. A très basse température, l'agitation thermique ne masque plus la cohésion à laquelle ils aspirent, leur panurgisme apparaît au devant de la scène. Ces atomes font alors preuve d'une solide solidarité qui rend malaisées les dissipations d'énergie : ils ne peuvent plus être ralentis individuellement par collisions avec les parois du tube où ils s'écoulent. Comme il est bien plus difficile de freiner un groupe de bosons, ou un troupeau de bisons au galop, qu'un boson ou un bison isolé (le coup du lasso sélectif ne marche plus), le flot s'écoule sans résistance aucune. C'est la superfluidité.

Les échanges d'énergie entre le superfluide et l'extérieur sont très difficiles. Si l'on tente de l'échauffer, il se débarrasse de cette chaleur en inventant des mécanismes de transfert complexes et très efficaces, qui lui confèrent une très forte conductivité thermique.

<sup>(1)</sup> Module d'Accélérateur à Cavités Supraconductrices d'Électrons.



## La supraconductivité ou quand les électrons découvrent la vie de couple

*"Mieux vaut vivre à deux que solitaire"*  
L'Écclésiaste, IV, 9, 10

De même, lorsque la température de certains matériaux est abaissée au-dessous de quelques Kelvins, il se produit un changement brusque des propriétés physiques usuelles de ces matériaux : leur résistance électrique devient inférieure à toute valeur mesurable, un courant électrique continu peut y circuler sans dissipation d'énergie.

Tout se passe comme si les électrons intervenant dans ces processus se trouvaient soudainement libérés de toute interaction avec le réseau.

Les physiciens furent vite convaincus que cette supraconductivité ne pouvait être qu'un phénomène quantique macroscopique. En 1950, Fröhlich et Bardeen émettent l'idée que les électrons de conduction dans un métal pourraient interagir par l'intermédiaire des vibrations du réseau atomique. Il fallut sept années d'efforts pour construire autour de cette idée une théorie microscopique satisfaisante, la théorie BCS.

Cette théorie explique qu'à très basse température les électrons s'apparient pour former des *paires de Cooper*. Cet état ordonné résulte d'une attraction entre électrons par l'intermédiaire des vibrations du réseau atomique : un électron de conduction se déplaçant dans le métal provoque sur son passage une déformation locale du réseau par l'attraction qu'il exerce sur les ions positifs. Un deuxième électron sera soumis à l'excédent de charge positive qui a fait écran à la charge négative du premier électron. Comme celui-ci se déplace beaucoup plus vite que les ions, le deuxième électron sentira l'effet de la charge positive même quand le premier électron sera loin de lui. L'interaction entre les deux électrons a donc une grande portée. Les paires de Cooper ainsi formées sont des bosons qui se déplacent sans frottement dans le réseau et point ne dissipent.

Certains esprits en mal d'inspiration ont cru malin de résumer la théorie BCS en un assez pitoyable quatrain :

*Comme liés par quelque invisible entrefer  
Deux électrons dans le réseau se font la paire  
Mais de monsieur Cooper demeurent les esclaves  
Et c'est enchaînés que les droits de l'Obm ils bravent !*

Ce que ces vers vains ne disent pas, c'est que la totalité des électrons n'est apparée que si la température est rigoureusement nulle. Si ce n'est pas le cas, ceux qui demeurent célibataires sont mis en mouvement par les variations du champ électromagnétique et dissipent de l'énergie. A cause d'eux, la résistance d'un supraconducteur n'est plus rigoureusement nulle

*•Tricellule,  
ensemble de trois  
cavités  
accélétrices en  
niobium-cuivre,  
réalisé par le SEA*



quand on le soumet à une tension variable. C'est le cas dans une cavité supraconductrice accélératrice.

*De cellule en cellule le faisceau suit son axe  
Parce qu'au frais pulse le coeur glacé de MACSE...*

croyaient bon d'ajouter les fins esprits cités plus haut, sans doute pour signifier que les cavités de MACSE trempent dans un bain d'hélium. Que de fioritures pour dire

simplement que c'est grâce à la supraconductivité de ses cavités accélératrices, à l'hélium super-fluide qui les refroidit, à l'eau ultra-pure qui les rince, sans parler des ondes hyper-fréquence qui les alimentent, que MACSE fonctionne !

MACSE marche visiblement au superlatif.

*Etienne Klein, Jean-Marc Cavedon (SEA)*

## Vincent Gillet

*part en retraite*

Entré au CEA en 1957 après son initiation à la physique dans le laboratoire d'Alfred Kastler, à l'époque où ses travaux sur le pompage optique conduiront au laser, Vincent Gillet mène d'abord des travaux en Physique Théorique aux côtés de Claude Bloch, Roger Balian, Albert Messiah.

Pour sa thèse (1961) il rejoint en 1960 Nicole Vinh Mau qui déjà étudiait les excitations particule-trou sous la direction de Gerry Brown. Puis, avec Bloch, il contribue à l'étude du continu; avec Manque Rho il établit une méthode d'inversion des équations BCS avec laquelle ils analysent les spectres nucléaires; avec M. Danos et A. Arima, il développe les conséquences de l'alignement proton-neutron sur les formes et spectres des noyaux. Ses travaux lui valent le prix Joliot-Curie en 1964 et le grand prix de l'Académie des sciences en 1971.

En 1972, il est appelé par Henriette Faraggi, alors chef du Département de Physique Nucléaire. Il sera son adjoint jusqu'en 1978, date où il lui succède. Aux commandes de la Physique Nucléaire du CEA jusqu'en 1987, il en sera un actif défenseur.

Il est alors nommé Directeur de Recherches, en pleine émergence d'une physique nucléaire nouvelle où les progrès expérimentaux mettent au jour des

phénomènes de plus en plus ténus dont la compréhension semble nécessiter l'intervention des quarks et des gluons. Mais pour bien déterminer leur contribution à la force de cohésion des noyaux, il faut parfaitement en connaître la composante "classique" due aux échanges de mésons. Avec Toshitaké Kohmura, Vincent Gillet s'attache à délabrynter en profondeur cette composante, balisant ainsi le terrain pour cette nouvelle physique.

Vincent Gillet a mené en parallèle une brillante carrière de professeur. Nombre d'entre nous doivent beaucoup à cet excellent pédagogue, clair, précis, enthousiaste.

*Joël Martin (SPhN)*

CEA - DIRECTOR DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

René Turlay

COMITÉ EDITORIAL :

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

REDACTION :

Monique Soyser

MAQUETTE ET MISE EN PAGE :

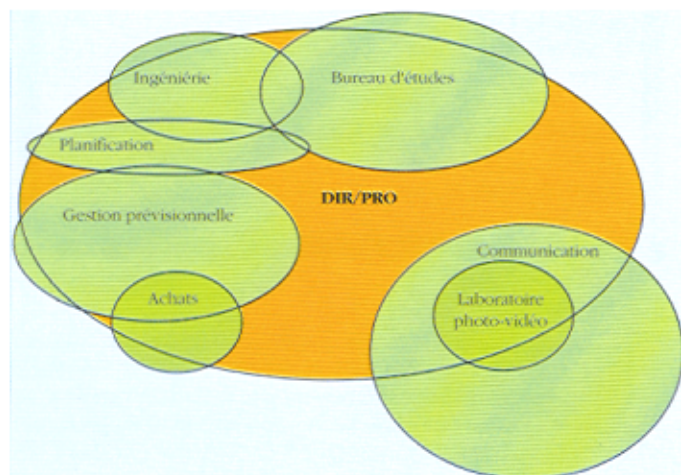
Henry de Lignières



## ENTRETIEN ... ENTRETIEN

**Le rôle de DIR-PRO**

vu par Philippe Leconte

**Que signifie l'acronyme DIR-PRO ?**

DIR-PRO est une unité rattachée au chef de département (DIR). Sa fonction est liée aux programmes (PRO). Il s'agit de veiller à la qualité de leur gestion et de créer un lien et une dynamique entre les huit services du DAPNIA.

**Est-ce que DIR-PRO est un service ?**

Non.

**Quels sont les domaines couverts par DIR-PRO ?**

Ils sont au nombre de cinq. Tout d'abord le bureau d'études mécanique et l'ingénierie. Ce sont deux groupes complémentaires pour concevoir et sous-traiter la réalisation. Avoir un bureau d'études sur place permet à un physicien de concrétiser ses projets, d'avoir prise sur l'avenir.

Vient ensuite la planification. "Planifier", c'est imaginer, puis articuler les étapes d'une réalisation pour la mener à bien dans le temps.

Un autre domaine, la gestion prévisionnelle : éclairer les choix d'aujourd'hui pour atteindre des objectifs dans l'avenir. Le DAPNIA est confronté à un environnement budgétaire difficile. Il doit rester à la pointe dans ses disciplines. Il veut conquérir des positions dans les collaborations internationales. Il a besoin de la confiance des autorités. Tout cela implique une gestion tournée vers l'avenir. Je veux travailler à donner aux physiciens les moyens de dominer leur propre gestion.

Enfin, le groupe communication est aussi à DIR-PRO.

**En quoi consiste la gestion prévisionnelle ?**

Elle a plusieurs facettes.

Il faut d'abord préparer pour le chef de département un plan stratégique avec les services du DAPNIA. Ce sont les fiches objectifs réactualisées pour la DSM deux fois par an. Il faut créer des indicateurs sur les projets à partir des bilans existants pour éclairer les choix à court terme. DIR-PRO doit également gérer de près les contrats externes dont les recettes représentent une part importante des dépenses hors main d'oeuvre. Enfin, DIR-PRO développe une base informatique sur les projets du département.

**Quel est votre rôle dans la planification ?**

Nous fournissons une prestation professionnelle aux chefs de projets sous la forme de plannings généraux que nous réactualisons.

Nous établissons des plannings de synthèse. Nous participons également directement à la gestion de certains projets dans lesquels nous faisons le pilotage de détail à la demande des chefs de projet.

**Quelles sont vos relations avec la DSM ?**

Les meilleures possibles ! Elles se font à travers le chef de département.

**Quels sont vos liens avec les chefs de projet ?**

Il y a, d'une part, les nombreux contacts individuels et, d'autre part, les réunions du Comité des réalisations et les revues de projet auxquelles participent les chefs de service concernés. Le Comité des Réalisations est l'instance du DAPNIA où sont prises les décisions sur les projets sous la présidence du chef de département. Les revues de projet servent à faire le point, à assurer une concertation entre les unités qui collaborent et à préparer les réunions du Comité des Réalisations.

**Et la communication ?**

Une bonne communication est essentielle pour un département qui vient d'être créé. Faire connaître à l'extérieur et à l'intérieur les projets, les compétences, la qualité des hommes et les résultats. C'est un énorme travail ! Elle demande et demandera à tout le monde beaucoup d'efforts.

La communication est rattachée fonctionnellement à DIR-PRO parce que c'est un moyen commun. Ses actions ne sont pas pilotées par DIR-PRO. Je ne suis pas certain que la communication soit aujourd'hui dans sa forme définitive.

**Vous proposez une aide à la gestion des projets et en même temps vous vous impliquez dans leur réalisation à travers le bureau d'études. Ce sont pourtant deux choses différentes ?**

En vérité, est-ce que cela pose un problème qu'il y ait une partie fonctionnelle et une partie opérationnelle dans DIR-PRO ?

**Est-ce que l'ensemble bureau d'études/ingénierie pourrait se trouver dans une autre unité ?**

On peut tout imaginer ! Lors de la création du DAPNIA, il a été décidé que le bureau d'études et l'ingénierie seraient communs à tous les services. Comme toute solution, elle a ses avantages et ses inconvénients. Je pense que le rapprochement des cultures et des compétences sont des aspects très positifs.

**Quelle est la logique qui a conduit une unité à s'occuper de domaines aussi divers ?**

Dans chaque domaine de DIR-PRO, il est essentiellement question d'avenir. Le point commun de DIR-PRO, c'est d'apporter des techniques qui permettent d'appréhender l'avenir.

**Est-ce que DIR-PRO sera représenté dans tous les conseils scientifiques et techniques de service ?**

Bien que ce ne soit pas dans les textes, que, donc, ce ne soit pas de droit, j'ai demandé à chaque chef de service l'autorisation d'avoir un représentant dans chaque CSTS. Aucun ne m'a répondu non.

**Après huit mois d'existence, qu'est-ce que DIR-PRO a apporté de concret au DAPNIA ?**

Je vous en laisse juger. Une unité aussi grosse que le DAPNIA ne peut pas fonctionner sans quelque chose comme DIR-PRO.

**Pensez-vous devoir transformer DIR-PRO un jour ?**

DIR-PRO n'a pas d'autre but que le bon fonctionnement et le succès du DAPNIA. Il devra savoir évoluer lorsque cela sera nécessaire pour atteindre ses buts.



## Tribune des Lecteurs ...

## GRAN SASSO suite...

Le résultat rapporté dans une Brève du premier numéro de ScintillationS mérite quelques mises au point et commentaires.

Il y a en effet dans le laboratoire du Grand Sasso deux expériences double bêta, l'une faite au moyen de cristaux de germanium enrichi en  $^{76}\text{Ge}$  d'une masse qui atteindra 17 kilogrammes et une autre utilisant un détecteur thermique (bolomètre) d'oxyde de tellure de 35 g. Ces deux expériences visent à mettre en évidence une désintégration double bêta sans neutrino, dont l'intérêt est fondamental à la connaissance des propriétés des neutrinos. Dans le cas d'un résultat positif, ces particules devraient être massives et identiques à leurs antiparticules.

Les limites obtenues dans le cas du  $^{76}\text{Ge}$  (période supérieure à  $10^{24}$  ans) après de longues années d'expérience dans le monde, ont déjà été atteintes dans l'expérience du Gran Sasso, conduisant à une limite supérieure d'environ 2 eV pour la masse du neutrino électronique.

Bien que le résultat sur le tellure cité dans ScintillationS n'atteigne qu'une limite de  $3.10^{20}$  ans et bien entendu n'améliore pas notre connaissance du neutrino, il fournit une information tout à fait valable, grâce à l'excellente résolution du détecteur bolométrique, sur la probabilité de désintégration double bêta sans neutrino du  $^{130}\text{Te}$ , dont la limite est effectivement diminuée d'un facteur cent.

Ce résultat utilisant un détecteur thermique est parmi les premiers démontrant que ces détecteurs sont maintenant parfaitement opérationnels, et qu'ils permettent d'obtenir des performances remarquables qui n'en sont qu'à leur début.

*Roland Barloutaud*

## Cours du jeudi du DAPNIA

Après avoir organisé les cours du jeudi pendant trois ans, Vanina Ruhlmann, qui a pris en charge des TD au DEA Champs, Particules, Matières, devra cesser cette activité l'été prochain.

Nous pouvons tous la remercier pour ses efforts fructueux : vingt cinq séances ont eu lieu pendant cette période sur des thèmes aussi variés que la théorie des groupes, la résonance magnétique nucléaire, la symétrie, les fonctions de structure, le principe des chambres à fils, la cosmologie, etc... D'ici l'été, neuf nouveaux cours sont prévus (calorimétrie, chromodynamique quantique).

J'ai accepté de succéder à Vanina, et à cette occasion, je souhaite faire appel à toutes les bonnes volontés des nombreux services du DAPNIA. N'hésitez pas à me contacter pour tout renseignement ou suggestion.

*Pascal Debu, poste 2 61 63, DEBU@FRSAC12*

## B R E V E S ...

## Baksan : les neutrinos solaires

Après une analyse soignée de ses données, l'expérience "SAGE", dans le laboratoire souterrain de BAKSAN dans le Caucase, confirme le "déficit" de neutrinos solaires. Toutes les expériences ayant à ce jour mesuré le flux de neutrinos issus du soleil ont observé un niveau très inférieur à celui attendu.

## Prochain séminaire du DAPNIA

- James LEQUEUX (l'Observatoire de Meudon).

"Le bilan thermique du milieu interstellaire"

Le mercredi 22 avril 1992 à 11 heures, salle Claude BLOCH à l'Orme des Merisiers.

- LES PLUMES  
DU DAPNIA ...

## LE CONTREPÊTISIER

1250 personnes en 750 contreparties  
par Joël Martin  
aux Presses de la Sorbonne  
(Hors collection)

## "INITIATION À LA COSMOLOGIE"

par Marc Lachizee Boy  
Apparait chez Masson

## GANIL et ISN

Du 23 au 25 mars 1992 s'est tenu le colloque international "Physics and Techniques of Secondary Nuclear Beams" à Dourdan (Essonne). Ce colloque organisé conjointement par GANIL et l'Institut de Sciences Nucléaires de Grenoble avait pour objectif de présenter les nouvelles perspectives ouvertes à la physique nucléaire par l'émergence de faisceaux d'ions allant de l'hélium à l'uranium et qui ne sont plus limités à la vallée de stabilité. Ces faisceaux sont produits comme faisceaux secondaires par des accélérateurs disposant de faisceaux primaires intenses. Au cours de ce colloque, une journée a été consacrée à la discussion des problèmes techniques et à la présentation des projets américains et japonais et des neuf projets européens.

## UN MINI QUASAR PRES DU CENTRE GALACTIQUE

Des observations de grande sensibilité faites avec le radio-interféromètre géant VLA au Nouveau Mexique par des membres du SAp, ont révélé que la source à haute énergie référencée 1E1740.7-2742, dans laquelle Sigma avait découvert une raie d'annihilation  $e^+e^-$ , était associée à une spectaculaire émission synchrotron formée de deux jets opposés très collimatés. Ces jets auraient près de 3 années-lumière de longueur! Cette découverte confère à la source Sigma de nombreuses propriétés qui rappellent celles des quasars, d'où l'appellation de "mini-quasar" proposée pour cette source décidément bien énigmatique ...

## LE BLUES DU CRABE

Autre résultat surprenant de Sigma, lui aussi annoncé au colloque de Toulouse (voir ScintillationS n° 1) : au cours d'une observation de la célèbre Nébuleuse du Crabe, reste de l'explosion de la supernova de 1054, Sigma a détecté une raie d'émission de 540 keV. Cette raie est interprétée comme étant également une raie d'annihilation  $e^+e^-$ , mais, pour la première fois dans un objet céleste, observée avec un décalage vers le bleu! Ce phénomène pourrait être dû à une vague d'électrons et de positons d'origine inconnue, traversant fugitivement la nébuleuse à près de 20 000 km/s. Des observations optiques ont été entreprises pour tenter de déceler des mouvements de cet ordre dans les filaments de cette nébuleuse, qui n'a pas fini de nous surprendre depuis plus de neuf siècles.

## Regrets

Michel BARRATS

Yves MARTIN

Frank ADAMI

SEI

SPhN

SPP

décédé le 16.2.92

décédé le 17.2.92

décédé le 12.3.92