



## René Turlay (1932-2002)

*ScintillationS est en deuil. Son fondateur nous a quitté en décembre dernier. À peine installé, en 1991, dans sa fonction de chef du nouveau Département d'astrophysique, de physique des particules, de physique nucléaire et d'instrumentation associée, René Turlay avait d'emblée perçu la nécessité de tisser ce qu'il appelait « le lien intellectuel » entre les quelques huit cents personnes venues de différents horizons pour forger notre Dapnia. Il fonda donc une cellule de communication dont l'une des missions fut de créer le journal du département. René Turlay prodiguera constamment encouragements et conseils à ScintillationS, faisant de ce « bulletin de labo » un véritable journal de vulgarisation. Sans René Turlay, ce journal n'aurait jamais vu le jour ; et c'est grâce à René que ScintillationS possède et conserve sa couleur très particulière. Car René continuait de suivre « son » journal et nous faisait part de ses remarques toujours judicieuses et constructives, jusqu'à un passé très récent. René, tu nous manques.*

**La Rédaction**

*En hommage à son fondateur, ScintillationS publie les témoignages de deux collaborateurs et amis de René Turlay, prononcés à l'église de Bures-sur-Yvette, le 5 décembre 2002. Deux mois après, malgré la sécheresse du papier journal, l'émotion reste intacte. Merci Michel et Bernard !*

### Témoignage de Michel Spiro

René,

Nous sommes nombreux, physiciens, ingénieurs, techniciens, administratifs de diverses origines à nous retrouver dans cette église pour te rendre hommage : personnel du Dapnia, que tu as contribué à créer et que tu as dirigé à ses débuts ; collègues de l'IN2P3 (Institut national de physique nucléaire et de physique des particules) du CNRS ; collègues physiciens français qui te sont attachés à travers la Société française de physique, que tu as présidée de 1991 à 1994, et à travers les rencontres de Moriond que tu as contribué à créer.

Des collègues du monde entier s'associent à cet hommage. Certains sont présents ici. D'autres m'ont fait savoir qu'ils s'associaient par la pensée à cette cérémonie.

Nous sommes ici pour rendre hommage au physicien, au dirigeant, à l'homme.

#### Le physicien que tu as été

Nous avons tous partagé ta passion pour la physique. Ta carrière en est l'expression. Je la retracerai surtout en me concentrant sur ton sujet préféré, qui, tout en étant très pointu, s'est révélé d'une portée exceptionnelle. Ce sujet, c'est la physique du méson étrange K. Après ta thèse à Saclay, tu es parti en 1963 aux États-Unis où, avec trois collègues, tu as fait cette découverte retentissante qu'est la violation de CP dans la désintégration des mésons K. Cette découverte a été faite notamment avec James Cronin, ton ami, qui a traversé l'Atlantique pour être ici avec nous. Cette découverte t'a rendu célèbre dans le monde entier. Elle résonne de manière universelle car elle fait sentir de subtiles différences entre le comportement de la matière et celui de l'antimatière. Ces différences pourraient avoir des conséquences cosmologiques d'une portée considérable. Elle résonne aussi de manière universelle car cette découverte a des implications sur la compréhension de la flèche du

temps, une des interrogations séculaire de l'humanité. De retour à Saclay, tu as approfondi les propriétés de cette particule étrange en étudiant ses modes rares de désintégration. Des années 80 à nos jours, tu t'es de nouveau consacré à des études sur la violation de CP<sup>1</sup> dans la désintégration des mésons K et de nouveau tu as eu la joie de participer à des découvertes sur des aspects subtils de ce phénomène.

Ta carrière ne se résume pas qu'aux mésons K, puisque tu as eu aussi un rôle majeur dans une expérience utilisant les neutrinos au Cern et dans la conception d'une expérience au grand collisionneur du Cern, le LEP.



De gauche à droite : G. Charpak, R. Turlay et J. Homfret.

Cette carrière t'a valu de nombreuses distinctions : la médaille de bronze du CNRS ; le prix Holweck, un des grands prix de la Société Française de Physique, et la Légion d'honneur dont tu as été reçu chevalier.

Tu as été sollicité aussi pour faire partie de nombreux comités scientifiques : au Cern (comité des expériences d'électronique, président du comité LEP, membre du comité des directives scientifiques du Cern), du comité scientifique du Gran Sasso en Italie, du comité Desy en Allemagne et du comité du SSC aux États-Unis.

Carrière exemplaire où joies de la connaissance et de la découverte se sont constamment exprimées.

#### Le dirigeant que tu as été

Tu as dirigé le DPhPE (Département de physique des particules élémentaires) du CEA de 1983 à 1990. Tu as participé à la création du Dapnia, que tu as dirigé de 1991 à 1992.

Tu as présidé la Société française de physique de 1991 à 1994 où tu as défendu la physique dans son ensemble : « *Toute la physique est belle* » avais-tu coutume de dire.

Tu as été secrétaire de l'IUPAP<sup>2</sup> de 1994 à nos jours.

(1) Voir *ScintillationS* n° 48.

(2) L'IUPAP est en quelque sorte la société mondiale de la physique.

Tous ceux qui t'ont cotoyé ont souligné combien, comme dirigeant, tu as été humain mais ferme, ainsi que digne et intègre.

### L'homme que tu as été

J'ai reçu des messages du monde entier. Tous avec leurs mots propres soulignent ton enthousiasme et ta foi pour la physique que tu as exprimés jusqu'à tes derniers jours, ta chaleur humaine et ta grande classe, ta lucidité et ton courage.

Personnellement, tes conseils et ton exemple m'ont inspiré et guidé. Tu m'as beaucoup aidé ainsi que quelques uns de mes collègues lorsque je me suis tourné vers des expériences de neutrinos solaires qui, à l'époque, n'auraient pu voir le jour sans ton soutien actif.

Pour terminer, je me tourne vers ta famille pour lui exprimer notre sympathie, notre chagrin, notre tristesse, notre soutien et pour les remercier de m'avoir permis d'exprimer ici ces quelques mots.



Avec J. Teillac, haut commissaire en 1987.  
Hall BEBC au CERN.

## Témoignage de Bernard Peyaud

Madame Turlay, je tiens tout d'abord à vous remercier de me confier aujourd'hui l'honneur de rendre hommage à René votre mari.

Permettez-nous Madame, Françoise, Catherine, Alain et toute votre famille, de vous dire notre respectueuse sympathie pour votre affliction. Nous savons combien le deuil de René vous atteint et nous tenons à ce que vous sachiez toute la part que nous prenons à votre douleur. Son âge, sa force, sa grande intelligence nous semblaient un brevet d'une plus longue existence.

Nous gardons de lui le souvenir d'un homme à la fois exigeant et charmant, qui trouvait toujours l'occasion d'exprimer une véritable gentillesse. Les discussions passionnées à Saclay, à Fermilab, au Cern et aussi chez vous lors de déjeuners, laissent à nombre d'entre nous de riches souvenirs. La physique vient de perdre un chercheur français de grande envergure, qui laisse son empreinte dans les plus grands laboratoires du monde en ayant participé avec brio à de grandes expériences et en servant dans de nombreux comités. Beaucoup de ses col-

lègues ont aussi perdu un ami.

Les nombreux étudiants qui ont fait leur thèse sous la direction de René gardent un souvenir impérissable de leur patron à l'exigence draconienne. René était par ailleurs capable d'amitié chaleureuse et sincère et vous, Andrée, y avez participé avec bonheur et sans compter. Pour cela aussi nous vous remercions.

L'autorité de René en tant que physicien s'accompagnait d'une véritable noblesse de caractère et d'une grande intégrité. Il a servi jusque dans ses derniers jours son laboratoire de Saclay et il manquera à tous ceux qui ont eu le privilège de le côtoyer. Très souvent sollicité dans les expériences et dans les comités, René savait écouter aussi longtemps que nécessaire les arguments des uns et des autres. Et lorsque dans une situation difficile il annonçait de façon apparemment décontractée : « *Maintenant il va falloir être sérieux !* », c'est qu'il avait trouvé la solution acceptable par tous. Il ne retenait alors que l'essentiel et prenait les décisions ou proposait les initiatives qui s'imposaient. Il avait de fait une

conscience professionnelle exemplaire.

Le rôle décisif joué au sein des expériences, des comités et des associations auxquels il a participé lui vaudront d'être fait chevalier de la Légion d'honneur au titre du ministère de la Recherche. Profitant de cette circonstance, René tiendra à ce que la cérémonie se déroule à Saclay pour dire merci publiquement et solennellement aux techniciens, ingénieurs et physiciens qui lui donnèrent les moyens de réaliser son œuvre. Il laisse à Saclay et en France une génération de physiciens pour qui il aura été un exemple de rigueur et d'efficacité. Il considérait comme un privilège de mettre tout son cœur et son intelligence au service de la physique. Toute la physique est belle disait-il. Il faut assurer son rayonnement, faire connaître le travail des chercheurs et convaincre l'opinion que cette science est essentielle pour l'esprit humain et qu'elle n'est pas réservée aux seuls physiciens.

Adieu, Prince de Serendip, là tout proche sur le plateau de Saclay, mais aussi dans les grands laboratoires du monde, ton exemple continuera d'inspirer nos initiatives.

### Quelques jalons de la carrière de René Turlay

- 1957 : entrée au CEA
- 1957-1962 : expériences à Saturne, synchrotron de 3 GeV de Saclay
- 1959 : thèse de troisième cycle
- 1962 : thèse de doctorat d'état
- 1962-1964 : séjour aux Etats-Unis, à l'université Princeton : expériences auprès du synchrotron AGS de 30 GeV de Brookhaven. Participation à la découverte de la non-conservation de CP
- 1964-1967 : expériences de désintégrations des mésons  $K^0$  à vie longue à Saturne. Premières thèses sous sa direction
- 1968-1976 : étude des désintégrations rares des mésons  $K^+$  ( $Ke4$ ) au Cern en 2 expériences

différentes ; première direction d'un groupe de Saclay au sein d'une équipe internationale ; préparation de la grande expérience portant sur l'étude des interactions neutrinos sur une cible de fer au Cern (CDHS)

- 1977-1984 : participation à la prise des données de l'expérience CDHS et direction du groupe de Saclay au sein d'une grande collaboration internationale
- 1978-1979 : expérience de recherche de la production de mésons charmés dans les interactions hadroniques auprès du synchrotron du laboratoire Fermi, près de Chicago
- 1981-1984 : participation à deux expériences de recherche de la violation directe de

CP dans les désintégrations de mésons  $K^0$  auprès du synchrotron du Laboratoire Fermi (E617 et E731)

- 1980-1984 : participation à la conception de l'expérience Aleph auprès du LEP, collisionneur  $e^+e^-$  du CERN
- 1984-1990 : direction du Département de physique des particules élémentaires (DPhPE) de Saclay et participation à l'intégration du DPhPE dans le Dapnia qu'il dirige de 1991 à 1992
- Depuis 1991 : participation à l'expérience de recherche de la violation directe de CP dans les désintégrations de mésons  $K^0$  au CERN (Na48)
- 1992-1995 : professeur bénévole à l'université de Paris

Témoins d'une carrière exceptionnelle : près de deux cents publications dans des revues scientifiques dont la dernière date d'octobre 2002, ainsi que plusieurs dizaines de présentations de résultats d'expérience lors de conférences internationales, dont plusieurs comme rapporteur principal.

Merci à Armand Zylberstejn (SPP)

# On a retrouvé les neutrinos solaires manquants !

(Ils s'étaient métamorphosés en d'autres espèces de neutrinos jusqu'alors invisibles)

Les neutrinos sont les plus furtives des particules élémentaires connues. Dépourvus de charge électrique, et n'étant assujettis qu'à l'interaction faible (voir *ScintillationS* n° 42), ils n'ont qu'une infime probabilité de réagir avec la matière qu'ils rencontrent. Ils peuvent ainsi traverser la Terre sans être arrêtés. Ils n'ont été détectés pour la première fois qu'en 1956 (n° 26), tant ils sont insaisissables. Mais ils sont partout. À chaque instant, chacun de nous est traversé (sans dommage) par des milliards de neutrinos. En outre, ces particules, les plus ténues de l'univers connu, y jouent un rôle primordial. Savoir s'ils possèdent ou non une masse est crucial pour notre compréhension des deux infinis.

Or jusqu'à un passé très récent, on ignorait si les neutrinos étaient massifs ou non. Cependant, les théories prédisaient que si les neutrinos étaient massifs, ils étaient capable de métamorphoses. En effet, les physiciens des particules ont montré vers les années 80 qu'il existait trois espèces de neutrinos : le neutrino «  $e$  », le neutrino «  $\mu$  » et le neutrino «  $\tau$  » (tau) (voir le tableau des particules dans les n° 5, 19 ou 47). La théorie conjecture que si les neutrinos possèdent une masse, il leur devient possible de se transmuter d'une espèce dans l'autre. Les physiciens parlent d'*oscillations de neutrinos*. Si donc on observe ces oscillations, le doute n'est plus permis : les neutrinos sont massifs.

C'est en se tournant vers le Soleil que l'on put tester cette conjecture. L'expérience de Raymond Davis fut la première à observer dès 1968 que les neutrinos solaires comptés sur Terre étaient moins nombreux que ceux produits dans le cœur du Soleil. Masatoshi Koshiha, avec (Super)Kamiokande (voir n° 38), confirma ce déficit et montra que ces neutrinos provenaient précisément du Soleil. Ces deux pionniers furent récompensés par le prix Nobel de physique 2002.

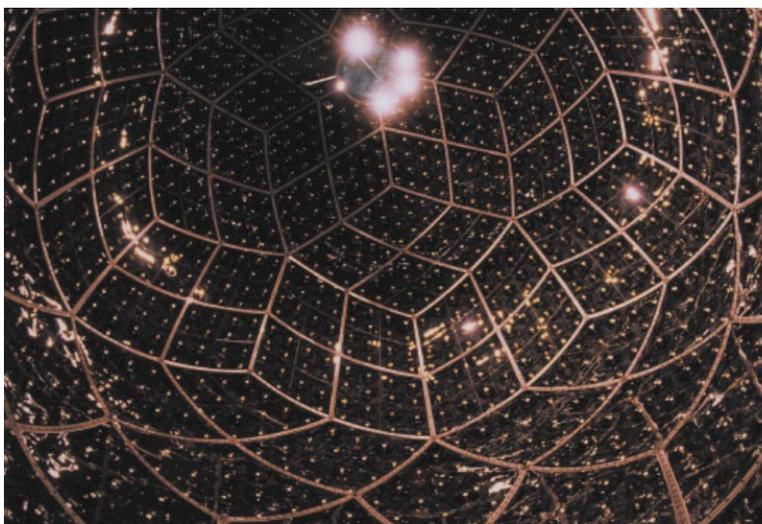
La justesse de cette hypothèse de métamorphose fut confirmée au Dapnia au début des années 90 avec l'expérience Gallex (voir *ScintillationS* n° 5, 19, 22) et les progrès de la machinerie solaire que permirent l'héliosismologie (Golf, voir *ScintillationS* n° 25, 40, 50) et des modélisations raffinées. Sans ambiguïté, la quantité de neutrinos qui nous venait du Soleil, était bien inférieure à celle attendue. Or le détecteur Gallex ne détectait qu'une espèce de neutrinos sur trois, le neutrino «  $e$  ». L'idée s'imposa alors que les autres neutrinos solaires nous arrivaient sous leurs avatars inaccessibles aux détecteurs de l'époque.

Ce n'est qu'en 2001, avec l'expérience SNO au Canada, qu'un piège capable de différencier les neutrinos «  $e$  » des neutrinos «  $\mu$  » et «  $\tau$  » devint opérationnel. Cette expérience put alors vérifier que les neutrinos solaires qui manquaient dans une espèce se retrouvaient bien dans les autres espèces et que le nombre total de neutrinos, toutes espèces confondues, coïncidait bien avec les prédictions de la machinerie solaire. Quelques ambiguïtés sur les masses des neutrinos restaient à lever.

Or la théorie prévoit que les masses des neutrinos sont reliées,

entre autres, à la distance qu'ils parcourent avant de changer d'espèce, ce que les physiciens nomment *la longueur d'oscillation*. D'où l'idée de placer un détecteur à une certaine distance d'une abondante source de neutrinos «  $e$  » : un réacteur nucléaire<sup>1</sup> et de regarder ce qu'on reçoit. Des premières mesures de cette longueur ont échoué car les détecteurs étaient trop près de la source de neutrinos.

Mais une expérience récente vient de réussir : la collaboration KamLAND, au Japon, vient de compter pendant 145 jours les antineutrinos émis par les réacteurs nucléaires japonais situés à une distance moyenne de 180 km et captés par un détecteur contenant un millier de tonnes de liquide scintillant. Compte tenu des probabilités d'interaction des antineutrinos «  $e$  » avec ce liquide, il n'y avait pas photo : si les neutrinos sont sans masse, et donc ne se métamorphosent pas, on devait compter 85 antineutrinos «  $e$  » en 145 jours. Et bien moins si les neutrinos ont une masse et se métamorphosent.



Paroi du détecteur tapissée de photomultiplicateurs (cliché KamLAND).

On en a compté 54. La « disparition » des 31 autres indique qu'ils se sont métamorphosés, donc que les neutrinos ont une masse. Cerise sur le gâteau, ce nombre correspond à celui attendu de l'étude des neutrinos solaires...

Bref, les neutrinos possèdent bien cette propriété quantique de transformation d'une espèce en une autre qui ne peut être obtenue que s'ils sont massifs, même très faiblement. Plus aucun doute ne subsiste, ce qui élucide du même coup le mystère des neutrinos solaires car les neutrinos qu'émet notre étoile ont strictement les mêmes propriétés que ceux qui jaillissent d'un réacteur nucléaire. Le Soleil fonctionne comme prévu, les neutrinos sont massifs, ils se transforment, et si certains disparaissent à nos yeux, c'est qu'on n'a pas su les voir.

Michel Cribier (SPP)

(1) Plus exactement, les réacteurs nucléaires émettent des antineutrinos «  $e$  ». mais la masse d'une antiparticule est égale à celle de sa particule miroir.

## Laboratoire de Développements en Informatique Industrielle

Systèmes de contrôle de grands équipements.  
Systèmes d'acquisition et bancs de mesures automatisés.  
Systèmes embarqués. Développements matériels et logiciels fondés sur des solutions industrielles (VME, CPCI, Windos NT, Unix, VxWorks, Epics...).



## Laboratoire d'Automatisme

Conception de système de Contrôle/commande.  
Mise en oeuvre d'automates industriels et de leur réseau de terrain (FIP) pour les instruments de physique. Réglage de chaînes de régulation, logique floue.  
Conception d'outils Web pour la supervision.

Groupe R  
Mise en place et suivi des contrats  
Rédaction des dossiers de  
des dossiers de contrats, c

## LE SIS :

## Le Service d'ingénierie des systèmes

### Le rapprochement des laboratoires

En simplifiant les contacts et en facilitant les collaborations, le rapprochement d'une plus grande variété de métiers au sein du service permet de prendre en charge la réalisation de systèmes électromécaniques complexes. C'est le cas du dispositif d'alignement des pièces du détecteurs de muons d'Atlas (*voir n° 9, 17*), des systèmes électromécaniques de Visir, des prochains développements autour du convertisseur de la machine Spiral2 (*voir aussi n° 53*), des cryostats de tests nécessaires au développement de détecteurs comme Eddicam<sup>3</sup>.

L'importance accrue des projets qui nous sont confiés et les responsabilités qui en découlent sont des facteurs indéniables de motivation.

Cette nouvelle mosaïque de métiers, devrait bientôt bénéficier d'un regroupement géographique. Source de contacts professionnels ou informels plus profonds, cette symbiose ne manquera pas d'enrichir la culture technique de chacun.

### L'implication du service dans les projets

Par essence, le SIS est engagé dans la majorité des projets du Dapnia et s'implique dans leurs différentes étapes en fonction de leurs besoins.

Nous sommes le plus souvent partie prenante dans les phases de faisabilité, de développement, de réalisation et de mise en œuvre, avec des responsabilités variables allant de l'exécution jusqu'à la maîtrise d'œuvre.

Le LHC mobilise largement nos équipes sur l'ingénierie mécanique et l'instrumentation d'équipement majeurs, par exemple, Atlas BT, CMS, le système d'alignement d'Atlas déjà cité, Edelweiss (*n° 33 et 55*) suscite un engagement à long terme de nos métiers mécaniques.

Les projets d'astrophysique sont de plus en plus nombreux. Tous les laboratoires du SIS s'attellent à l'achèvement de Visir ; le laboratoire

Lors de sa récente réorganisation, le Dapnia a choisi de réunir les métiers de l'ingénierie mécanique ainsi que ceux de l'instrumentation au sein du Service d'Ingénierie des Systèmes. Ce nouveau service issu de la fusion des anciens SGPI et SIG<sup>1</sup> (*voir ScintillationS n° 47*) a pour vocation de concevoir, développer et mettre en œuvre, les systèmes de supervision, de contrôle commande et d'instrumentation, ainsi que l'architecture mécanique des moyens expérimentaux développés au Dapnia.

Pour répondre à ces missions, notre service est organisé en laboratoires alimentant les équipes des différents projets. Chaque laboratoire regroupe les personnes exerçant le même métier. Leur maîtrise en techniques de pointe jointe à leurs compétences en gestion de projet propulsent les équipes SIS au cœur des équipements scientifiques du Dapnia et de la DSM, et leur permettent de mener à bien les travaux instrumentaux et mécanique requis par chaque thème de recherche.

### L'équipe du SIS

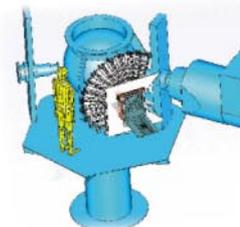
L'équipe est riche de l'expérience de personnes provenant d'horizons divers<sup>2</sup>. Certains travaillent ensemble depuis de nombreuses années, d'autres arrivent tout juste. Union fructueuse de l'expérience et du sang neuf...

Le SIS rassemble aujourd'hui près de 120 personnes, 63 techniciens, 48 ingénieurs, 5 apprentis et en permanence plusieurs stagiaires. Cet éventail de profils permet de mener nos réalisations de la conception à la mise en service. Cette capacité est un vrai gage de réactivité.

Douze jeunes techniciens et ingénieurs sont venus renforcer les laboratoires en cette année 2002, à marquer d'une pierre blanche. La moyenne d'âge du service, légèrement supérieure à 42 ans, le situe dans les unités « jeunes » du Dapnia et du CEA. La pyramide des âges est équilibrée et laisse bien augurer de l'évolution des effectifs à moyen terme.

## Laboratoire d'Électronique Instrumentale

Architecture de systèmes de mesures. Etudes électroniques pour les mesures physiques, les asservissements ou la protection des aimants supraconducteurs.  
Modélisation de circuits électroniques (SPICE, VHDL). Conception des circuits imprimés (CADENCE).



(1) SGPI: Service de gestion des programmes et ingénierie; SIG : Service d'instrumentation générale.  
(2) Autres services du Dapnia, Direction des applications militaires, Direction de l'énergie nucléaire et industrie.  
(3) Les instruments en rouge sont présentés brièvement dans le glossaire page 6.

relations Industrielles  
 des réalisations mécaniques,  
 des spécifications techniques,  
 des réalisations mécaniques.

## THÈMES au cœur des projets du Dapnia

d'électronique prend en charge les bancs de test pour **Herschel** et s'associe au Laboratoire d'informatique industrielle dans une action d'envergure sur le banc de test **JWST** ; après le travail réalisé pour **Megacam**, les métiers du contrôle commande du génie électrique et de l'ingénierie mécanique se mobilisent autour du projet **Eddicam**.

Des actions dont la diversité sont source de motivation sont conduites régulièrement au profit de la physique nucléaire : citons comme exemples récents **Compass (n° 54)** et **Megapie**.

Après l'achèvement du complexe **W7X0** nous restons largement engagés dans les actions de rénovation des stations d'essais ainsi que dans les programmes de R&D du **SACM**.

Dans sa phase d'avant projet détaillé, le projet **Spiral2** mobilisera à court terme nos compétences dans la définition des options de contrôle commande et de supervision, dans le design du convertisseur<sup>4</sup> ainsi que dans l'architecture mécanique des sous-ensembles tels que le quadripôle radiofréquence et le cryo-module (cryostat intégrant la cavité accélératrice et les aimants supraconducteurs). Nous menons aussi des actions associant notre savoir-faire en informatique et en électronique dans le cadre de **Soleil**.

### Les actions de recherche, développement et veille technologique

La dynamique de R & D et de veille technologique, qui anime aujourd'hui les métiers d'instrumentation, devra s'étendre aux autres métiers du service. Notre R&D est tendue vers trois objectifs :

- aller au devant des nouveaux besoins dus à l'évolution de l'environnement technique et de l'organisation des expériences de physique,
- mettre en valeur et accroître les compétences dans les laboratoires,
- favoriser la diffusion technologique.

### Laboratoire Conception et Avant-Projets

Architecture des systèmes mécaniques, propositions de solutions technologiques. Réalisation des avant-projets, projets détaillés, dossiers de définition et gestion de la Configuration. (EUCLID, CATIA).  
 Modélisations mécaniques et thermiques (CASTEM, ANSYS).  
 Administration de l'informatique CAO (mécanique et électrique).  
 Reprographie.  
 Archivage et mise à disposition des données sur intranet.

### Activité Photo-Vidéo et PAO

Témoigne par ses réalisations photographiques et vidéo de l'activité technique du DAPNIA.

Pérennisation de la mémoire techniques du département.

Activité de publication assistée par ordinateur accessible à tous pour concrétiser des publications, conférences posters, plaquettes ou schémas.

Les axes principaux de ces initiatives concernent, aujourd'hui, l'optimisation de l'architecture des « frontaux d'instrumentation »<sup>5</sup>, les développements instrumentaux industrialisés avec réseau de terrain **WorldFIP (voir n° 27)** et serveur web embarqué, les outils de supervision à distance, la veille technologique sur les connecteurs cryogéniques ainsi que des prospections sur les systèmes de protection des aimants supraconducteurs.

### Communication et ouverture au SIS

Au sein d'un département très actif dans ce domaine, le SIS veut apporter sa pierre à l'édifice. Nous offrons à de nombreux visiteurs un pôle de visite qui illustre nos activités. Ce pôle a valu à ses réalisateurs l'un des deux prix 2002 de Communication du Dapnia. Par ailleurs, le SIS participe régulièrement à des actions de communication scientifique et technique au profit des écoles primaires et d'enseignement dans les écoles d'ingénieurs et les universités.

Notre volonté d'ouverture nous a conduit, cette année, au Cesta (Centre scientifique et technique d'Aquitaine) du CEA, d'où naîtront peut-être quelques initiatives conjointes dans le cadre du laser **Mégajoule**.

**Dans une recherche toujours en mouvement, l'engagement de chacun, l'éventail de nos métiers, leur organisation rationnelle, l'effort d'ouverture et d'adaptation permettront au SIS de s'immerger dans les aventures les plus passionnantes du Dapnia.**

*Pierre-Yves Chaffard (chef du SIS)*

### Laboratoire d'Etudes et d'Intégration en Génie électrique

Architecture et Réalisation d'ensembles intégrant la distribution électrique, l'instrumentation et le contrôle commande des expériences.  
 Etude et Mise en oeuvre d'alimentations de puissance pour les aimants supraconducteurs.

- (4) Roue tournante en carbone, permettant la conversion du faisceau de deutons (noyaux de deutérium, isotope lourd de l'hydrogène, composés chacun d'un proton et d'un neutron) en faisceau de neutrons.
- (5) Électronique conditionnant des signaux issus des capteurs (tension, température, contrainte etc.) et distribuant ces informations sur des réseaux de communication et vers des systèmes d'acquisition.



## Glossaire

**Atlas BT** – Il s'agit des huit bobines supraconductives « Barrel Toroid » dans lesquelles circule le courant qui crée le champ magnétique d'Atlas, l'un des deux gros détecteurs (avec CMS) du LHC (voir *Scintillations* n° 17).

**Eddicam** – Caméra de la mission Eddington de l'Agence spatiale européenne (ESA) dévolue à l'astérosismologie (en gros, les « tremblements de terre » des étoiles, voir le n° 50) et à la recherche de planètes extrasolaires.

**Herschel** – Satellite en construction de l'ESA destiné à étudier les galaxies primordiales. Lancé en 2007, il emportera le télescope First (Far infrared and submillimeter telescope) qui analysera l'émission infrarouge (entre 80 et 670 micromètres) des poussières entourant des galaxies très lointaines.

**JWST** – Initiales du James Webb Space Telescope que lancera la NASA pour étudier les galaxies très lointaines. Il les observera comme elles étaient dans les premiers âges de l'univers, le temps que lui parvienne leur lumière (visible et infrarouge, entre 0,6 et 28 micromètres).

**Megacam** – Grosse mosaïque de cameras CCD à très large champ placée au foyer du télescope franco-canadien à Hawaï, qui apportera des lumières sur la distribution de la matière noire dans l'univers, l'évolution des galaxies lointaines et recherchera des supernovæ très distantes.

**Megapie** – Acronyme de Megawatt pilot experiment, future cible de spallation (voir n° 22, 39 et 41) constituée d'un mélange liquide de plomb et de bismuth, capable d'encaisser des faisceaux d'un mégawatt (par exemple,  $6 \cdot 10^{15}$  par seconde de protons de 1 GeV). Ce projet se construit à l'Institut Paul Scherrer, en Suisse, qui dispose d'un intense faisceau de neutrons de spallation.

**Spiral2** – Frère cadet de Spiral, Système de production d'ions radioactifs en ligne (n° 53) du Ganil (Grand accélérateur national d'ions lourds), à Caen. Spiral produit et accélère des noyaux radioactifs légers ; Spiral2 produira et accélérera des noyaux radioactifs plus lourds (fragments de fission).

**Visir** – Acronyme de « VLT<sup>1</sup> » imager and spectrometer for mid infra red, conçu pour étudier poussières, comètes, planètes, noyaux actifs de galaxies via leur rayonnement infrarouge (dans les gammes 8-13 et 17-24 micromètres).

**W7X** – Dispositif dit « Wendelstein 7X » de type Stellarator, enceinte toroidale avec des bobines magnétiques créant directement un champ hélicoïdal, pour le confinement du plasma siège de la fusion nucléaire contrôlée.

## De Giens :



Ah ! Combien devriez-vous regretter de ne point être allé aux **journées d'instrumentation et de prospective In2p3/Dapnia** de Giens, en octobre dernier. Tant de bon soleil automnal dont vous n'avez pas profité, tant de petites criques<sup>2</sup>, de bains de mer qui vous ont échappés. Vous avez manqué la beauté du paysage, l'île de Porquerolles en face, le spectacle de la côte brun rouge découpée dans l'eau bleue de la Méditerranée. Et l'ambiance, vous n'y étiez pas, vous ne pouvez pas savoir cette décontraction que nous affichions tous aux repas (évidemment pourvus des bons vins du coin). On discutait longtemps à table puis on rejoignait son logement pas plus loin qu'à deux pas, nimbés du parfum des lauriers. Vous ne connaîtrez pas ce som-

meil particulier qu'on avait, facile, sans autre bruit que celui des vagues, de toutes façons légèrement engourdi par une journée entière passée à constater qu'on ne savait décidément pas grand-chose de la physique et de son instrumentation.

On se trouvait peu savant à Giens, découvrant chaque jour, par une douzaine d'orateurs au moins, de nouveaux domaines techniques et scientifiques. Du coup ces journées n'étaient pas tant affaire de spécialistes que d'esprits curieux.

Nous fûmes plus de 400 en tout et plus de 100 du Dapnia, quoique la majorité d'entre nous ne fusse venue que pour une moitié de la semaine. Deux journées et demie, en effet, étaient consacrées à l'instrumentation. On y parla de tout, détecteurs, accélérateurs, mécanique, électronique, informatique. Pourtant, In2p3 comme Dapnia, CNRS ou CEA, c'était à qui citait le plus l'autre ; rares ont été les présentations dont une des deux parties était absente. Les ingénieurs découvraient se connaître plus qu'ils ne le pensaient.

Les jours suivants vint la prospective en physique, particules, nucléaire et cosmologie ; le public avait changé, même si

quelques uns étaient restés. Ce fut pareil, grand déballage de sujets passionnants, grands artistes sur scène qui expliquaient comment ça marche au passé, présent et futur. On apprit quantité de choses sur les expériences du LHC, sur le nucléon, la matière noire, les collisionneurs, et sur tant d'autres. On posa beaucoup de questions, tellement en vérité que souvent les conférences continuaient lors des pauses et s'improvisaient encore le soir tard.

Nous sommes partis sous le soleil. Vous nous avez manqué, nous avons bien pensé à vous. Dans deux ans vous irez là-bas aussi et vous m'en direz des nouvelles.

*François Bugeon (Sédi)*

PS - Sur 65 orateurs seulement 4 oratrices, de grande qualité, certes, certes... Mais désespérément trop peu nombreuses ! Et j'allais oublier, on n'a prononcé que 7 fois le mot « challenge » durant ces rencontres contre 2 fois le mot « défi ». Tout n'est donc pas perdu.

(1) VLT : Very large telescope de l'observatoire européen austral (ESO), au Chili.

(2) Criques qui furent le siège de bien des trempettes (NDLR).

## Un quintette qui gaze ! Des étoiles se formeraient dans des nuages intergalactiques.

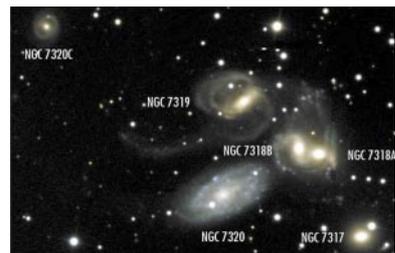
Les astrophysiciens ont observé depuis des lustres que les étoiles naissent dans des nuages de gaz constitués de molécules, dont les plus abondantes sont les molécules d'hydrogène H<sub>2</sub> (composées chacune de deux atomes d'hydrogène H). Jusqu'à présent, ces nuages de « gaz moléculaire » étaient essentiellement détectés à l'intérieur des galaxies. Or, une équipe internationale réunissant Allemands, Américains, Espagnols, Français (CNRS et SAp) et Mexicains vient de débusquer des nuages extragalactiques dans un amas de cinq galaxies, bien connu des astronomes amateurs, appelé « quintette de Stéphan » (*photo*), du nom d'Édouard Stéphan, qui l'a découvert depuis l'observatoire de Marseille, en 1877. Les chercheurs ont trouvé, dans l'espace séparant les cinq galaxies du quintette, des concentrations de gaz moléculaire tout à fait inattendues, supérieures à celles des galaxies voisines. En particulier, deux régions distantes de plus de 150 000 années-lumière

de la galaxie la plus proche contiennent autant d'hydrogène moléculaire que toute notre Voie Lactée : environ quatre milliards de fois la masse du Soleil !

Ces nuages intergalactiques ont pu être formés au sein de galaxies, puis happés par l'attraction gravitationnelle des autres galaxies. Mais ils sont peut-être nés hors galaxies, de nuages d'hydrogène atomique H expulsés lors de collisions galactiques. Ces nuages baladeurs sont probablement les cocons des galaxies de demain.

Source :

Pierre-Alain Duc (SAp)  
(01 69 08 92 68)



Le quintette de Stéphan, est un des groupes de galaxies les plus étudiés et bien connu des amateurs. Il est situé dans la constellation de Pégase, à une distance d'environ 270 millions d'années-lumière. Les clichés spectaculaires de cette formation montrent en fait six galaxies. L'« intruse » est NGC 7317, en bas à gauche.

## La roue tourne ! Au Cern, on sait faire pivoter un bibelot de cent tonnes sans le casser.

Comme son nom l'indique, le futur détecteur Atlas du LHC est un géant. Mais un géant fragile. Lorsqu'on le manipule, ce sont des bouffées d'adrénaline assurées ! Heureusement, chercheurs et services techniques ont l'âme bien trempée et le savoir-faire : ils viennent de réussir une très délicate opération sur une moitié d'un des organes essentiels du gigantesque bibelot, le « calorimètre électromagnétique<sup>1</sup> ».



Ce morceau d'Atlas est une énorme roue de 4 m de diamètre et 3,20 m de long, pesant cent tonnes et bourrée d'appareils extrêmement délicats. Elle est formée de seize modules qui ont demandé cinq ans de travail à plusieurs laboratoires français et étrangers, dont le Dapnia. Apportés au Cern, ces seize modules ont été assemblés comme des parts de gâteau, formant un cylindre d'axe vertical. Mais dans sa position définitive dans Atlas, la roue doit avoir son axe confondu avec celui des faisceaux du LHC qui la traverseront, c'est à dire horizontal. Aussi, le 29 octobre 2002, après répétitions sur des charges fictives, la précieuse roue a été soulevée par deux ponts roulants et basculée en douceur par deux vérins hydrauliques.

Bravo à tous, et en particulier au Dapnia qui avait la responsabilité de l'outillage et de la conduite des opérations. La deuxième roue va suivre et le calorimètre complet sera prêt pour les essais en octobre 2003.

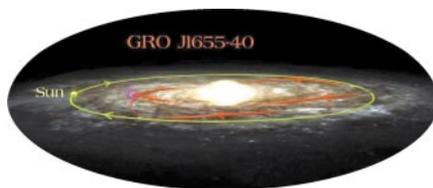
Contact Jérôme Schwindling (SPP) - (01 69 08 29 53)

## Un trou noir vagabond. Une recherche en paternité cosmique.

Des étoiles naissent, des étoiles meurent. Souvent de mort violente. Extrêmement violente pour celles qui finissent leur vie dans la titanique explosion d'une supernova, laissant comme résidu, selon leur masse initiale<sup>2</sup>, une étoile à neutrons ou un trou noir.

Mais si la filiation supernova-étoile à neutrons est établie depuis plus de trente ans, le lien supernova-trou noir restait à prouver, malgré l'existence de fortes présomptions. C'est chose faite : Félix Mirabel (SAp), Irapuan Rodrigues et leur équipe, au sein d'une collaboration internationale (Argentine, Allemagne, Brésil, France et Mexique) ont observé, grâce au télescope spatial Hubble, le déplacement du microquasar<sup>3</sup>, système binaire à trou noir, GRO J1655-40.

Six ans de traque ont permis de mesurer que cet objet se déplace par rapport aux étoiles de son entourage à près de 400 000 km/h. C'est environ cinq fois la vitesse moyenne des étoiles du voisinage<sup>4</sup>. Cela dit, vu l'énorme distance, ce déplacement est si ténu qu'il fallait l'optique de Hubble pour le déceler. Toujours est-il que GRO J1655-40



Un tour et quart de manège lacté pour le trou noir (en rouge : la trajectoire du trou noir, lequel est la petite boule violette sur cette image de Mirabel et Rodrigues).

fend l'espace, catapulté, semble-t-il par la supernova qui lui a donné naissance et qui a laissé des traces dans son étoile compagnon sous forme d'éléments chimiques lourds qui ne sont forgés que dans des supernovæ. Cela établit le lien entre la mort explosive d'une étoile massive, et le trou noir qu'elle a engendré puis lancé dans le cosmos.

La suite du programme : conforter ce résultat, et pour ce faire, découvrir d'autres trous noirs en cavale dans notre Galaxie, reconstituer leur trajectoire et déterminer ainsi leur lieu de naissance. Integral récemment lancé avec succès (voir *Scintillation* n° 56) va se joindre à Hubble et d'autres télescopes pour enrichir ce tableau de chasse.

Contact : Félix Mirabel (SAp) - (01 69 08 92 56)

(1) Un prochain numéro offrira sans supplément de prix (pour le lecteur) un poster A2 détaillant les différents organes d'un détecteur de type Atlas ou CMS, implanté dans les grands collisionneurs actuels et à venir.

(2) Si la masse initiale de l'étoile est comprise entre une dizaine et vingt cinq fois la masse du Soleil, le résidu est une étoile à neutrons de masse comprise entre 1,4 et 3 masses solaires. Pour les étoiles plus massives que 25 soleils, le résidu est un trou noir de masse supérieure à trois fois celle du Soleil.

(3) Voir *ScintillationS* n° 21, 50, 52, 56.

(4) Mais GRO J1655-40 est un peu moins rapide que XTE J1118+480, qui tourne autour de la Voie Lactée à 520 000 km/h. Découvert en mars 2000, ce trou noir « fossile » est aussi vieux sinon plus que la Voie Lactée, sept fois plus massif que le Soleil, et son orbite qui décrit des volutes hors du plan de notre galaxie l'a fait récemment frôler le soleil à 6 000 années-lumière (*ScintillationS* n° 52).

## Les quadripôles du LHC retrouvent vite leur mémoire après un coup de chaleur

Le Dapnia s'est vu confier la conception des masses froides des « sections droites courtes » contenant les quadripôles supraconducteurs (*ScintillationS* n° 56) du LHC, le futur grand collisionneur de hadrons du Cern. Trois prototypes ont ainsi été réalisés à Saclay et testés au Cern. Chacun a fourni d'excellents résultats, similaires à la fois en qualité de champ et en performance électrique. Cette reproductibilité valide leur conception.

Les aimants ont ainsi dépassé leur courant nominal (11 870 ampères) après un seul quench (transition de l'état supraconducteur à l'état résistif), puis, après quelques quenches, leur courant « ultime », requis lorsque LHC fonctionne à son énergie maximale (7 TeV). Les aimants de courbure (dipôles) délivrent alors un champ magnétique de 9 teslas. Ces quenches sont généralement provoqués par de petits déplacements des bobines conductrices sous l'effet des forces magnétiques. Au fur et à mesure des quenches, les bobines se mettent en place dans des positions plus stables, ce qui leur permet de résister à des forces magnétiques de plus en plus intenses. On peut ainsi augmenter progressivement le courant dans la bobine (phénomène de training). Fructueusement secoué par des quenches successifs, l'aimant apprend ainsi à positionner ses bobines dans une position optimale.

Or, lors d'une campagne de test, ou tout simplement lors de leur transport après essais, les aimants supraconducteurs subissent un yoyo thermique entre 4 K (et moins), leur température de fonctionnement supraconducteur, et la température ambiante. Ce « chaud et froid » de grande amplitude écarte les bobines de leur position stable. L'aimant perd la mémoire et doit impérativement réapprendre à placer ses bobines là où elles supportent le courant maximum, sinon, imaginez le désastre : devoir à chaque mise en service refaire le training de tout l'anneau du LHC ! Nos trois aimants ont passé brillamment ce test en retrouvant très vite leurs performances après un cycle thermique froid-chaud-froid.

Restait une inconnue. Comment allaient se comporter ces aimants après une longue période d'inactivité à température ambiante ? A l'automne 2002, le quadripôle « SSS5 » a été de nouveau testé à froid

après 22 mois et quelques voyages en Europe. Dès la première montée en courant, il a dépassé les 13 000 ampères, démontrant que ces quadripôles gardent longtemps une excellente mémoire de leur « training ». C'est de très bon augure car les aimants supporteront sans problème le temps d'attente entre les tests de qualification et la première mise en froid dans l'anneau.

Fabrice SIMON (SACM)  
(01 69 08 33 28)

### Pan ! sur le Becquerel

Victime de ses excellentes lectures temporelles, les bouquins de Gabriel Chardin (n° 56) et d'Étienne Klein (n° 58, dans deux mois), le porte-parole s'est projeté violemment dans le futur en mettant à la retraite d'office l'infortunée Anne-Marie Gauriat. En réalité, Anne-Marie est mutée à la DAM de Bruyères le Châtel. Nous lui avons téléphoné nos plus plates excuses et nous les renouvelons ici. Aggravant son cas, le même porte-parole a cru pouvoir pratiquer le renversement du temps en mutant Olivier Bésida (et non : Besida) du SDA vers Fontenay-aux-Roses. En réalité, Olivier a fait le chemin dans l'autre sens. De même, Stéphane Feray vient de la DEN au SDA, et non l'inverse. Enfin, un penchant immodéré pour l'inversion des lettres a fait écrire que Gabriele Fioni était muté à la DES, alors que c'est à la DSE (Direction de la stratégie et de l'évaluation). Nos plus plates excuses pour ces errements spatiotemporels. Les bouteilles rituelles sont à la disposition des victimes dans le bureau du coupable.

### Va-et-vient

**Novembre 2002** – Solange Frelat (Dir) part à la retraite. Bernard Aune (SACM, ancien chef du SEA) part en « NIG 213 ». Olivier Bésida (SDA) part en congé sans solde. Philippe Querre (SEDI) est détaché à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN, de Fontenay-aux-Roses) pour s'occuper peut-être de fûts pleins de curies. Bonne chance et revenez nous voir ! Les recrutés du mois : Jean-François Denis au SACM, Serguei Ganzhour au SPP, Vincent Hennion au SIS, Alain Pérolat au SACM, Daniel Pomarède au SEDI et

Michel Segreti au SACM. Aline Marcinkowski est mutée à la Dir, en provenance du Service financier et comptable de Saclay. Éric Pantin revient au SAP et Didier Seguin nous arrive de l'IRSN. La plus cordiale bienvenue à toutes ces personnes.

**Décembre 2002** – Simone Henry quitte le SPP pour une retraite qu'on lui souhaite épanouissante. Cinq recrutements : Sandrine Javello au Sédi, Andreas Gorgen et Hugo Pereira au SPhN, Philippe Daniel-Thomas au SIS et David Mouyon au SACM. Lydia Coudray intègre le Sédi en provenance de la Direction centrale de sécurité de Fontenay-aux-Roses, Jean-Paul Lefèvre revient au Sédi après un congé sans solde et Yannick Sauce est muté de la DEN au SIS. Bienvenue au club !

Hors Dapnia, on apprend fin décembre en lisant la presse nationale que le mandat de Pascal Colombani, notre AG depuis 2000, et qui arrive à échéance à la fin de ce même mois de décembre 2002, ne sera pas renouvelé. *ScintillationS* n'a pas à commenter le caractère soudain et, pour beaucoup, inattendu de ce non renouvellement de dernière minute. Mais son porte-parole tient à titre personnel à saluer les qualités d'écoute de Pascal Colombani, venu du ministère de Claude Allègre au CEA. Cela s'est traduit au cours de son mandat (de Pascal Colombani, pas de Claude Allègre) par un intérêt croissant pour la recherche fondamentale de notre grande maison. Peut-être notre gros numéro spécial n° 47, *Le Dapnia au cœur des infinis* (juillet 2000), y a-t-il été pour un tout petit quelque chose. Nous souhaitons bonne réussite à son successeur, Alain Bugat, jusqu'alors à la tête de Technicatome, après avoir piloté la Direction des techniques avancées (DTA) de 1992 à 1999.

#### CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Michel SPIRO  
COMITÉ ÉDITORIAL : Joël MARTIN (porte-parole), Claire ANTOINE, François BUGEON, Rémi CHIPAUX, Philippe CONVERT, Françoise GOUNAUD, Christian GOUIFFES, Christophe MAYRI, Xavier-François NAVICK, Angèle SÉNÉ, Didier VILANOVA

MAQUETTE : Christine MARTEAU

MISE EN PAGE : GRAPHOTEC

CONTACT : Joël MARTIN - Tél. 01 69 08 73 88 -

Fax : 01 69 08 75 84 - E.mail : jmartin@dapnia.cea.fr

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

Dépôt légal mars 2003