

## Le nouveau chef du Dapnia

*Parti diriger l'IN2P3 (CNRS), Michel Spiro a transmis le flambeau du Dapnia à Jean Zinn-Justin. Jean nous vient du Service de physique théorique de Saclay, qu'il a dirigé (avec rang de chef de département) de 1993 à 1998.*

ScintillationS souhaite la plus cordiale bienvenue à son nouveau directeur de la publication et l'invite non moins cordialement à s'y exprimer le plus souvent possible.

Il y a pour cela moult bonnes raisons. Jean Zinn-Justin, né en 1943, polytechnicien à 19 ans, docteur à 25, est un chercheur qui bouge, enseigne, écrit et vulgarise (il fut professeur invité à Princeton, puis à Harvard, et il a dirigé de 1987 à 1995 l'école d'été de physique des Houches, près de Chamonix). En acceptant la délicate mission de chef d'un département de physique instrumentale et d'instrumentation physique, ce théoricien très connu, spécialiste – entre autres – de la théorie quantique des champs, de la physique des particules et de la gravité quantique, montre que pour lui la physique est unique et que théorie et expérience se fertilisent l'une l'autre.

En acceptant de diriger le Dapnia en ces temps de turbulences budgétaire, Jean Zinn-Justin fait preuve d'un certain courage et d'une visible détermination à défendre nos disciplines.

Michel, sois remercié pour le constant intérêt que tu as montré pour notre journal, et reçois nos meilleurs vœux de réussite dans tes nouvelles fonctions. Jean, ScintillationS et ses colonnes branchées t'accueilleront aussi souvent que tu le voudras, tant comme physicien que comme chef.

La Rédaction

De gauche à droite,  
Michel Spiro et Jean Zinn-Justin  
trinquant à de futures collaborations  
Dapnia-IN2P3 le 15 juin 2003.



## Nos fenêtres ouvrent sur l'univers lointain



Le capitaine Haddock a parcouru le globe à la recherche du trésor de Rackham le Rouge. Il a fini par le trouver à Moulinsart, le château de ses ancêtres, étincelant des joyaux de toute la planète. Il aurait pu commencer par là. Explorer son pré carré permet parfois de découvrir le monde. Scruter son petit univers ouvre les horizons du grand. De l'univers lointain. Des confins du cosmos où ce qui s'est passé ne nous parvient qu'après dix, douze, quatorze milliards d'années, le temps que la lumière et d'autres rayonnements nous parviennent. Plus on voit loin, plus anciens sont les événements

qu'on observe. Plus on remonte le temps. Mieux on reconstitue l'histoire de l'univers.

Mais l'histoire est un éternel recommencement. Ce qui s'est passé il y a des milliards d'années se déroule à nouveau, et cette fois à nos portes. Des galaxies de notre voisinage (tout est relatif...) sont le siège de phénomènes analogues à ceux qui se dérouleront dans les galaxies d'un lointain passé, d'un lointain espace. Ces phénomènes proches et tout récents, sont bien plus accessibles que leurs ancêtres. Ils nous les font mieux connaître.

Marc Sauvage (SAP) nous conte cela page suivante d'une plume claire et enthousiaste.



ScintillationS

## Le lointain se rapproche

Deux faits marquants publiés sur le site web du Dapnia ont pu paraître redondants aux non spécialistes car ils évoquaient tous deux des galaxies observées en infrarouge à travers un écran de poussières opaques à la lumière visible. Or il s'agit d'observations complémentaires faites dans des régions de l'espace très différentes. La première<sup>1</sup> identifie les galaxies responsables du *fond diffus infrarouge*. Ces galaxies sont peu nombreuses et agitées de violents soubresauts de *formation d'étoiles* et obscurcies par de la poussière (ces galaxies lointaines se cachent et rougissent, d'où leur surnom de « galaxies timides »). La deuxième observation<sup>2</sup> concerne une *galaxie bleue compacte*, proche de nous, peu évoluée chimiquement, donc relativement jeune. Enfouie dans un cocon de poussières, elle abriterait un *super-amas d'étoiles*.

Une revue des termes en italiques va permettre de détailler ces observations et de dégager leur enjeu commun : mieux connaître les différentes cadences de formation des étoiles dans différentes espèces de galaxies, et l'évolution de ces cadences au cours des âges cosmiques. Nous verrons ainsi que se déroulent « de nos jours » et « sous nos yeux » (à l'échelle astronomique...) des phénomènes advenus dans le passé le plus reculé de notre univers, mais très difficilement observables car extrêmement éloignés. Cette double et récente observation met en lumière des phénomènes qui se répètent à des milliards d'années (et d'années-lumière) de distance, et nous éclairent sur la genèse des galaxies. C'est une formidable aubaine !

### Le fond diffus infrarouge de galaxies lointaines

Ce fond diffus infrarouge est différent du *fond diffus cosmologique* (voir *Scintillations* n° 54 et 56), vestige du rayonnement né trois cent mille ans après le « Big Bang » lors de la formation des atomes qui libéra instantanément la lumière et rendit l'univers transparent<sup>3</sup>. Le fond cosmologique a précédé l'apparition de toute structure dans l'univers et nous vient uniformément (enfin presque) de tout point et de toute direction du cosmos.

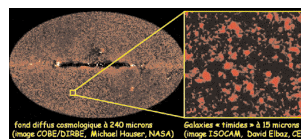


Photo 1 : fond cosmologique et fond infrarouge extragalactique.

Ce n'est pas du tout le cas du fond « diffus » infrarouge, objet de cet article. Diffus entre guillemets, car, en réalité, ce rayonnement ne nous paraissait diffus que par notre incapacité à distinguer ses sources. Or, depuis la mise en service récente de nouvelles générations de télescopes extrêmement puissants, on sait que ce fond provient de sources distinctes qui ne sont autres que les galaxies de tout l'univers connu. Nous recevons des rayonnements de chaque galaxie, depuis des galaxies très proches qui viennent de les émettre, jusqu'à des galaxies aux confins de l'univers, qui les ont émis il y a plusieurs milliards d'années. La « lumière » de ces dernières nous parvient fortement *décalée vers le rouge* (voir « *Comment ça marche* », page 4), car plus une galaxie est lointaine, plus son décalage est élevé. En mesurant ce décalage, on localise la galaxie dans l'espace et dans le temps. Seule une infime partie de ces rayonnements nous parvient, mais ce qui arrive se superpose dans nos détecteurs pour former ce fond extragalactique qui couvre tout le domaine électromagnétique. Grâce aux progrès de leurs instruments, les astronomes sont capables de « résoudre » ce fond. Ils se sont ainsi aperçus qu'à différentes plages de longueurs d'onde du fond extragalactique correspondent différentes populations de galaxies et différentes époques.

Une équipe (contact : David Elbaz, du SAp) vient ainsi de déterminer que la partie du fond diffus infrarouge centrée autour de longueurs d'onde de 15 microns provient d'un faible nombre de galaxies subissant une flambée de formation stellaire. Leur rayonnement nous parvient avec un décalage vers le rouge égal à 1, ce qui les situe à une distance de sept ou huit milliards d'années-lumière. Nous les observons donc dans l'état où elles se trouvaient quand l'univers n'avait qu'environ la moitié de son âge actuel (estimé à 14 milliards d'années).

Pour une raison encore ignorée, ces galaxies s'emballent et se mettent à fabriquer des étoiles à raison de cent fois la masse du soleil<sup>4</sup> par an contre seulement trois fois pour les galaxies ordinaires comme la nôtre. À ce rythme, bien que ses réserves de gaz interstellaire soient quasi épuisées, la Voie lactée peut encore fabriquer des étoiles pendant plus d'une dizaine de milliards d'années. En revanche, les galaxies qui flambent épuisent leurs réserves en moins d'un milliard d'années, une vie « éclair » à l'échelle de l'univers. Ces galaxies brillent de tous leurs feux, puis s'éteignent aussi vite qu'elles se sont enflammées.

Mais ces éphémères galaxies, dont les étoiles émettent beaucoup de rayonnement visible et ultraviolet car elles sont jeunes, restaient pourtant invisibles à nos télescopes optiques. Plus exactement, et avec le recul, nous savons maintenant qu'elles étaient présentes dans nos images optiques, mais comme d'anonymes galaxies perdues dans la foule, et rien de leur aspect visible ne permettait de supposer leur incroyable activité. Ce n'est pas à cause du décalage spectral, trop faible pour déplacer cette lumière hors du visible. On ne voit rien parce que la lumière de ces galaxies est bloquée par de la poussière interstellaire.

Qu'est-ce que cette poussière ? Il faut se rappeler qu'une galaxie est une gigantesque assemblée d'étoiles baignées de « gaz » interstellaire. Ce « gaz », réserve de matière à partir de laquelle se forment les étoiles, est constitué principalement d'hydrogène neutre, mais aussi d'une faible fraction de grains de silicates et de graphite. Cette poussière interstellaire, bien que peu abondante, est très efficace pour bloquer le rayonnement visible et ultraviolet. En absorbant ce rayonnement, la poussière s'échauffe, puis émet des rayons infrarouges capables de traverser la poussière. On peut alors les détecter. Ces galaxies « timides » échappent à nos regards, mais se démasquent en rougissant.

**La deuxième observation porte sur les petites et proches « galaxies bleues compactes » tellement différentes et éloignées des grandes galaxies rougissantes, que, a priori, rien ne les relie. Et pourtant...**

### Galaxie bleue compacte, galaxie jeune cachant timidement ses embrasements ?

Les astronomes sont des gens prosaïques : une galaxie bleue compacte est, comme son nom l'indique, une galaxie très bleue (alors que la Voie lactée serait plutôt légèrement jaune) et très petite (environ un dixième de la taille d'une galaxie normale). Le fait que ces galaxies soient bleues indique que la plupart des étoiles qu'elles contiennent sont jeunes (moins d'une centaine de millions d'années, alors que le Soleil a déjà 5 milliards d'années), car, en vieillissant, les étoiles jaunissent puis rougissent quand leur température de surface diminue. Ces galaxies ressemblent aux régions de formation d'étoiles que l'on peut observer le long des bras des galaxies spirales<sup>5</sup>.

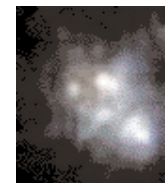


Photo 2 : la galaxie bleue compacte SBS 0335-052.

Autre signe de la jeunesse de ces galaxies bleues compactes : elles sont pauvres en éléments plus lourds que l'hélium, éléments que les étoiles forgent au cours de leur existence. Cette faible abondance d'éléments lourds indique que les étoiles n'ont pratiquement pas commencé à en former. Elles sont donc jeunes, et leur galaxie l'est aussi. Une partie des astronomes considère les galaxies bleues compactes comme les meilleurs spécimens pour étudier les premiers stades de la formation des galaxies (l'autre partie les considère comme purement anecdotiques). Vous avez dit « formation des galaxies » ? Voilà qui nous relie à la première partie de cet article et aux histoires de fond diffus.

### Les galaxies bleues compactes rougissent de leurs flambées d'étoiles...

Poursuivons notre revue des termes en italiques du premier paragraphe. Nous rencontrons maintenant les « *super amas d'étoiles* ». C'est ici que surgissent de nouveaux liens entre nos deux observations.

(5) Notre Voie lactée est l'une de ces galaxies spirales, dont le bulbe central composé d'étoiles assez vieilles est jaune, et dont les bras spirales, zones plus jeunes où se forment encore des étoiles, sont bleus.

(6) Ne pas les confondre avec les super amas de galaxies, qui sont des ensembles d'amas de galaxies.

On connaît essentiellement deux types d'amas stellaires, les *amas ouverts* et les *amas globulaires*. Ouvert ou globulaire, tout amas est constitué d'étoiles du même âge, c'est-à-dire toutes nées en même temps. Là s'arrête la ressemblance : les amas ouverts regroupent en général un faible nombre d'étoiles, alors que les amas globulaires contiennent des dizaines de milliers d'étoiles toutes liées par la gravité. En outre, si les amas ouverts sont plutôt jeunes, car une fois créés ils se dispersent rapidement, les amas globulaires comptent parmi les structures les plus anciennes de l'Univers, avec des âges de l'ordre de 14 milliards d'années.



Photo 3 : un amas globulaire.

Il existe un troisième type d'amas stellaires : les *super amas*. Étudiés depuis une dizaine d'années, ces grands amas d'étoiles<sup>6</sup> combinent les caractéristiques des amas globulaires et des amas ouverts : comme les amas globulaires, ils sont compacts et regroupent un grand nombre d'étoiles souvent liées par la gravité ; comme les amas ouverts, ils sont constitués d'étoiles extrêmement jeunes, quelques millions d'années. Or, on n'observe ces super amas que dans les galaxies à flambées d'étoiles. Il se pourrait donc que les amas globulaires actuels soient les descendants de super amas stellaires formés lors des flambées accompagnant les premières phases de la construction des galaxies. Cela nous ramène irrésistiblement aux galaxies du fond diffus infrarouge, aux galaxies timides...

Car le super amas stellaire observé dans « notre » galaxie bleue compacte (SBS 0335-052, pour les intimes, voir photo 2) est, lui aussi, totalement enfoui dans un cocon de poussière. Comme dans le cas des galaxies du fond diffus, cette poussière dégrade le rayonnement des étoiles jeunes du visible et ultraviolet vers l'infrarouge. Le super amas est donc totalement invisible, mais brille de tous ses feux dans l'infrarouge, et dans le cas précis de notre compacte bleue on ne voit que lui.

Ainsi, une galaxie bleue compacte passe par

une phase de sursaut de formation stellaire très intense. C'est en cela qu'elle ressemble le plus à une jeune galaxie en train de se former. Et comme les grandes galaxies du fond infrarouge, elle est déjà capable de cacher la majeure partie de son activité de formation stellaire. La timidité traverse les âges cosmiques...

### Le passé n'est plus lointain...

Parvenus au terme de cette exploration, rassemblons tout ce que nous avons rencontré : alors que l'univers n'a pratiquement que la moitié de son âge actuel, l'activité de formation stellaire, mécanisme fondamental de l'évolution des galaxies, se concentre dans un nombre restreint d'objets. Ces galaxies subissent des flambées de formation d'étoiles bien plus violentes que ce que nous observons aujourd'hui. Mais contrairement à ce que l'on pourrait attendre de la part de galaxies riches en étoiles jeunes, elles ne brillent qu'en infrarouge à cause de leur poussière qui absorbe leur lumière visible et ultraviolet. L'observation d'un phénomène similaire dans les galaxies bleues compactes – sursaut de formation stellaire, émission détectable uniquement dans le domaine infrarouge – nous offre un modèle local, donc pratiquement contemporain, de ce qui s'est passé dans les galaxies lointaines, donc anciennes, responsables du fond infrarouge. Disposer de modèles locaux est une bénédiction car lorsque le décalage spectral vaut 1, on n'est pas prêt de distinguer correctement les éléments qui composent une galaxie distante de plus de 7 milliards d'années-lumière.

C'est en cela que comprendre les objets proches nous aide à comprendre ce qui se passe très loin dans l'univers. Le présent nous offre une réplique du passé et labourer notre jardin local nous fait voir très loin dans le cosmos...

Marc Sauvage (SAp)



Photo 4 : un amas ouvert observable à l'œil nu : les Pléiades.

(1) [www.dapnia.cea.fr/Phys/Sap/Actualites/ELBAZ/elbaz\\_fr.shtml](http://www.dapnia.cea.fr/Phys/Sap/Actualites/ELBAZ/elbaz_fr.shtml) « Les galaxies sont-elles timides ? » (6 juin 2002).

(2) [www.dapnia2.cea.fr:82/Faits\\_marquants/18/index.php#GalaxieBleue](http://www.dapnia2.cea.fr:82/Faits_marquants/18/index.php#GalaxieBleue) « La galaxie bleue compacte SBS 0335-052 confirme son caractère exceptionnel » (8 juillet 2002).

(3) La température de l'univers était alors de 3000 K. Puis l'univers continua de se dilater et de se refroidir. Les ondes s'étirèrent de plus en plus. Perdant peu à peu de l'énergie, le rayonnement primordial sera passé, du Big-Bang à nos jours, 14 milliards d'années plus tard, par toute la gamme des ondes électromagnétiques (rayons gamma, X, ultraviolet, visible, infrarouge, ondes radio). Le fond cosmologique émet le même rayonnement qu'un corps noir dont la température serait de 3 kelvins (-270 °C).

(4) La masse du Soleil est de  $2 \times 10^{30}$  kilogrammes.



## Effet Doppler, déplacement vers le rouge et localisation des galaxies

## L'effet Doppler

« **iiiiiiiiiiiiiiiiioooooooooooooo !** » Le moteur hurlant du bolide qui vient sur vous vrille vos tympans d'une note aiguë ; mais au moment où il vous croise et s'éloigne, la note devient subitement plus grave. Or, la note est d'autant plus aiguë que plus grande est la *fréquence* du son, c'est à dire le nombre d'ondes sonores qui frappes vos tympans pendant une seconde. Ces ondes sont l'équivalent, dans l'air, des ronds dans l'eau qui naissent autour de l'impact d'un caillou. C'est pourquoi on les représente sur le dessin par des cercles de rayon croissant. Quand la source sonore est immobile par rapport à l'oreille, les « ronds » sont concentriques et parviennent au tympan à une certaine cadence. On parle de fréquence « au repos » et la distance entre deux cercles est la longueur d'onde au repos. Quand la source s'approche, les ondes arrivent resserrées et frappent l'oreille à cadence plus élevée : la longueur d'onde diminue, la fréquence augmente et la note perçue est plus aiguë (**iiiiiii**). Et quand la source s'éloigne, les ondes arrivent à l'oreille en rangs moins serrés. La note perçue est plus grave (**oooooooo**). Ce glissement de fréquence, c'est l'*effet Doppler*. Il est d'autant plus prononcé que la vitesse de la source est élevée par rapport à l'auditeur.

## Déplacement vers le rouge

L'effet Doppler existe aussi en optique lorsque les sources lumineuses se déplacent par rapport à l'observateur. La lumière visible est une superposition de vibrations dont les longueurs d'onde sont comprises entre 0,4 et 0,75 micromètres (millionnièmes de mètre). Cela correspond respectivement à des fréquences de 750 000 et 400 000 milliards de vibrations par seconde. Alors que la fréquence acoustique se traduit par la hauteur du son, la fréquence lumineuse correspond à la couleur. L'ensemble des fréquences visibles est le *spectre lumineux*. Il s'étend du violet (fréquence la plus élevée et longueur d'onde la plus petite) au rouge (fréquence la plus basse et longueur d'onde la plus grande). Si l'on fait passer au travers d'un prisme un faisceau de lumière blanche, où toutes les couleurs sont superposées, on obtient une sorte d'arc-en-ciel. Mais si la lumière traverse d'abord une substance qui absorbe une partie des fréquences, cette partie n'est pas transmise et manque au spectre. Cette absence se traduit par une *raie noire*, qui barre l'arc-en-ciel au niveau de la couleur correspondant à la fréquence absorbée. La figure 1 montre un tel *spectre d'absorption*.



Figure 1: spectre d'absorption d'une fréquence « verte ».

Si la source lumineuse s'éloigne, comme, par exemple, une galaxie qui s'écarte de la nôtre, il se produit, comme pour une source sonore, un déplacement « Doppler » vers les fréquences plus basses. La figure 2 montre le même spectre que la figure 1, émis par une telle galaxie. On observe le déplacement de la raie vers le rouge correspondant à un accroissement de la longueur d'onde.

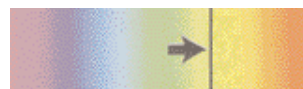


Figure 2: le même spectre émis par une galaxie qui s'éloigne. On observe le déplacement de la raie.

On caractérise ce déplacement vers le rouge (en anglais : *redshift*) par la différence entre la longueur d'onde de la source en mouvement et sa longueur d'onde au repos, le tout divisé par la longueur d'onde au repos,

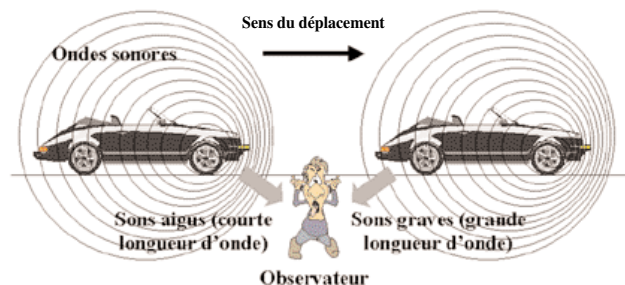
## Déplacement vers le rouge (redshift) et localisation des galaxies

L'univers est une bulle en expansion. Comme les raisins secs d'un gâteau en train de lever, ou des points marqués sur un élastique que l'on étire, les galaxies s'éloignent les unes des autres avec une vitesse d'autant plus élevée qu'elles sont plus distantes<sup>1</sup>.

Or, le déplacement Doppler croît quand croît la vitesse  $V$  de la source lumineuse. La mesure du décalage vers le rouge des raies spectrales d'une galaxie permet de mesurer sa vitesse d'éloignement, et d'en déduire sa distance à un instant donné, si l'on connaît la relation exacte entre vitesse et distance.

Les galaxies « proches », dont les vitesses d'éloignement sont faibles devant la vitesse de la lumière, suivent la loi de Hubble<sup>2</sup> : la vitesse d'éloignement d'une galaxie est égale à sa distance multipliée par la *constante de Hubble*, l'un des paramètres des modèles cosmologiques.

À ces « faibles » vitesses, le *redshift* est



« /oooooooooooooooooooooooooooo /oooooooooooooooooooooooooooo ! »

(1) Si l'on dessine un point tous les centimètres sur un élastique que l'on étire ensuite au double de sa longueur initiale, la distance entre deux points voisins devient deux centimètres. Elle s'accroît de 1 cm. Mais la distance initiale de 2 cm entre un point et le voisin de son voisin passe, elle, à 4 cm. L'accroissement est de 2 cm. Si l'étirement a duré une seconde, un point a vu son voisin distant de 1 cm s'éloigner de lui à la vitesse de 1 cm/s, le point distant de 2 cm, à une vitesse de 2 cm/s, etc. La vitesse d'éloignement est proportionnelle à la distance.

égal à la vitesse d'éloignement divisée par la vitesse de la lumière. On en déduit la distance, produit du *redshift* par la vitesse de la lumière, divisé par la constante de Hubble.

Les choses sont plus compliquées pour une galaxie très lointaine car sa vitesse d'éloignement est une fraction notable de la vitesse de la lumière. Il faut alors tenir compte de la relativité restreinte d'Einstein (voir *ScintillationS* n° 51) et le *redshift* se déduit de la vitesse par une relation plus compliquée.



Edwin Hubble

de la lumière. La relation entre vitesse et distance dépend des modèles cosmologiques. Heureusement, il existe en astronomie d'autres méthodes pour évaluer les distances. On peut ainsi recouper et préciser les valeurs.

## Datation des galaxies

Plus un objet est lointain, plus ses signaux mettent longtemps à nous parvenir. Voir loin dans l'espace, c'est remonter loin dans le temps. Le signal venu d'une galaxie que l'on observe aujourd'hui a été émis dans un passé d'autant plus reculé que la galaxie est éloignée. Au point que les galaxies se trouvant au delà d'un certain

« horizon cosmique » nous sont invisibles car leurs signaux n'ont pas encore eu le temps de nous parvenir. Ou alors, comme à ces distances les galaxies vont pratiquement à la vitesse de la lumière, le décalage est si grand que la fréquence devient quasi nulle et l'onde disparaît. La lumière s'épuise à venir de si loin...

Bref: le *redshift* donne la vitesse d'éloignement, laquelle donne la distance, laquelle permet de dater l'événement galactique observé. Le *redshift* d'un rayonnement mesure l'âge et la distance de son émetteur. Il le localise dans l'espace-temps. Voici un tableau reliant le *redshift* à l'âge de l'émission du signal exprimé en pourcentage de l'âge de l'univers (actuellement estimé autour de 14 milliards d'années), à la vitesse d'éloignement correspondante divisée par la vitesse de la lumière, et à la distance approximative<sup>3</sup>.

<i>redshift</i>	pourcentage de l'âge de l'univers	V/c	distance (milliards d'a.l.)
0	100 % (aujourd'hui)	0	0
0,5	55 %	0,39	6,7
1	45 %	0,60	8
3,5	10 %	0,91	13
5	5 %	0,96	13,8
Infini	0 % (Big-Bang)	1	14

Joël Martin (SPhN et ScintillationS)

## René Turlay est dans nos livres

Le 3 avril 2003, Michel Spiro a dévoilé une plaque à la mémoire de René Turlay (voir *ScintillationS* n° 57) dans la bibliothèque du Dapnia, au bâtiment 141 en présence de la famille et de nombreux collègues et amis de René. Auparavant, s'était déroulée une émouvante rétrospective de sa vie d'homme d'écoute et de dialogue, et de

sa carrière de grand physicien. Au cours de cette cérémonie, Françoise, sa fille aînée a rappelé cette phrase de son père : « *La physique se fait aussi avec le cœur* ».

La bibliothèque de notre département s'appellera désormais :  
« Bibliothèque René Turlay ».



### Michel Spiro découvrant la plaque.



**Au premier rang de l'assistance: la famille de René.**

(2) Edwin Hubble (1889-1953). Cet astronome américain vit le premier, en 1929, que la vitesse d'éloignement des galaxies était proportionnelle à leur distance et établit la loi dont il a l'honneur de porter le nom. Beaucoup le considèrent de ce fait comme le père de la cosmologie observationnelle moderne.

(3) Ces valeurs peuvent varier en fonction du modèle cosmologique.

## Les lauriers du Daphnia

Jacques Paul (SAP) a obtenu la « Massey Award » 2002, conjointement avec Giovanni Bignami, directeur du Centre d'étude spatiale des rayonnements (CESR), à Toulouse. Cette récompense lui a été décernée par la Royal Society de Londres (l'Académie des sciences du Royaume Uni) pour l'ensemble de son œuvre plus que trentenaire en matière d'astronomie gamma (voir l'article qu'il a écrit avec Michel Cassé du même SAP dans *Scintillations* n° 41 et celui de Stéphane Schanne dans le n° 52). Bravo pour ce prix intégralement mérité, et ce d'autant plus que Jacques est un grand vulgarisateur et un fin pédagogue ! Toutes qualités récompensées par le prix de la communication du Daphnia, puis de la DSM, en 1998.

Le millésime 2002 du même prix de la communication du Daphnia a été décerné à André Brahic (SAP) et à une équipe du SIS<sup>1</sup> animée par Christian Walter et composé de Jean-Christophe Barrière, Jean Belorgey, Sophie Chastagner, Bernard Collin, Gilles Dispau, Patrick Lamare, Denis Loiseau, Ange Lotodé, Johan Relland, Jean-Yves Roussé et Christian Veyssière.

Cette belle équipe du SIS est récompensée

pour le large éventail de ses actions de communication tant à Saclay (Pôle de visite<sup>2</sup>, journées portes ouvertes du CEA Saclay de 1997 à 2000 et rencontres CEA-jeunes) que dans les écoles puisqu'elle a parrainé des projets scientifiques émanant d'établissements scolaires de l'Essonne.



Une partie de l'équipe du SIS.

André Brahic, quant à lui, est récompensé pour l'ensemble de son œuvre tant scientifique que pédagogique. Il faut absolument avoir au moins une fois dans sa vie entendu André, tout feu tout flamme expliquer l'astrophysique aux mômes, dans l'excellente émission « Maman les p'tits bateaux », de Noëlle Bréham, sur *France-Inter*.

Emmanuelle Perez (SPP) a obtenu à

32 ans, fin 2002, la médaille de bronze du CNRS pour ses recherches de nouvelles particules (leptoquarks et particules supersymétriques) prédites par des extensions du modèle standard, auprès de l'expérience H1 à Hera<sup>3</sup>. Existe-t-il des nouvelles résonances formées d'un électron (lepton) et d'un quark ? Vous ne le saurez pas en lisant le prochain *ScintillationS*, car ces expériences doivent accumuler un nombre énorme d'événements avant que l'on puisse déterminer si lesdits événements sont « standard » ou s'il s'agit de phénomènes nouveaux.

Nos vives félicitations à tous ces talentueux dapnieux et dapnieux pour ces récompenses ô combien méritées<sup>4</sup> !



André Brahic et Christian Walter pensant peut-être : « Admirez nos prix et venez ! ».

## Plumes du Daphnia

*L'érosion : outrage du vent, outrage du temps...*

Avant d'être le responsable de la communication de la DSM, Étienne Klein fut physicien au SEA, aîeul du SACM. Il est en outre philosophe des sciences et vient de publier chez Flammarion un essai sur le temps :

### Les Tactiques de Chronos<sup>5</sup>

Le temps... C'est quoi, au juste, le temps ? C'est quoi, une minute de coiffeur qui n'a pas une minute à lui ? C'est quoi, tuer le temps quand on a déjà trop de temps morts ? Et le présent ? Est-ce une plage infinitésimale du temps coincée entre l'instant d'avant et l'instant d'après ? Est-ce le temps-pont entre le passé et le futur ? Difficile à dire car, passé une fraction infinitésimale de picoseconde, le présent est déjà passé, et le futur déjà présent. Le temps défie le dictionnaire. Le temps

est impalpable et sans fin se dérobe. On ne peut pas saisir un bout de temps. On l'observe, on le subit, on le mesure. Mais, comme dit joliment Étienne, le temps loge hors de l'horloge : quand l'horloge s'arrête, le temps ne s'arrête pas pour autant. Ses tactiques se passent des « tic-tac ». Nous avons cependant besoin du mouvement pour avoir une idée du temps, de la durée. Mais le temps existe-t-il sans mouvement ? Le temps décrit-il une droite ou un cercle ? Le temps peut-il s'inverser ? Le temps habite-t-il le Néant ?

Armé de son double regard de physicien et de philosophe, Étienne Klein tente de répondre à ces questions qui hantent l'humanité depuis la nuit des temps.

Il faut de temps en temps que le temps se dévide...

Un autre multirécidiviste, Marc Lachièze-Rey (SAP) publie aux éditions Le Pommier :

### Au-delà de l'espace et du temps

(La nouvelle physique)

Pourquoi une nouvelle physique alors que la physique actuelle rend si bien compte de l'infiniment petit par la physique quantique et de l'infiniment grand par la relativité générale ? Parce que ces deux systèmes de pensée ne fonctionnent que dans leur champ d'application. Ces deux merveilleuses théories se complètent mais ne se recouvrent pas. Il est frustrant de ne pouvoir décrire que par deux visions disjointes la nature, une et indivisible. En outre, subsistent des zones sombres comme la matière de la même couleur, les

premières picofemtosecondes de l'univers ou encore les troublants trous noirs.

Or, la certitude de l'univers passe par la servitude de l'unitaire. Le physicien, conquérant de l'unité, est en quête d'un Graal théorique unissant cosmos et quanta. Marc Lachièze-Rey nous emmène pas à pas dans des chemins ardu vers la porte de ce Graal dont il nous montre quelques serrures mais précise que les clés restent à trouver. Notre univers nous cache encore bien de ses symétries et de ses dimensions. Mais le nouveau physicien est peut-être à la veille de les débusquer, ces supersymétries, dimensions cachées, supercordes, ou gravité quantique. Un nouveau siècle s'ouvre qui, comme son prédécesseur, celui d'Einstein et de Planck, pourrait bouleverser encore plus profondément nos conceptions de la matière de l'espace et du temps.

\*\*\*

Alain Milzstajn (SPP) a traduit un passionnant opuscule de Tony Jones, paru en mai chez EDP Sciences, dans la collection « Bulle de Science » :

### Combien dure une seconde ?

et en a préfacé l'édition française. Cet ouvrage dit tout ce que vous voulez savoir sur les horloges atomiques et les avancées majeures que leur fabuleuse précision, quelques cent-millièmes de milliardième de

seconde, a rendu possibles, depuis le positionnement des coups de foudre (électrique, pas sentimentaux) jusqu'au positionnement par GPS. L'auteur nous conte, souvent avec humour et parfois une certaine causticité, comment l'avènement des horloges atomiques s'est accompagné de quelques frictions avec les astronomes dont le monopole de la mesure du temps fut soudain battu en brèche. Toute nouvelle technique se heurte aux tenants des anciennes, devenues caduques. Tony Jones ne se prive pas de nous narrer l'obstinée résistance des inconditionnels du temps GMT accroché au méridien de Greenwich, pour s'opposer à l'instauration du Temps universel coordonné. Comment se dit en anglais : « *Tout fiche le camp ! Aaaaah ! de mon temps...* » ?

Lisez sans perdre une seconde la préface d'Alain, elle donne envie de lire la suite !

\*\*\*

Roland Lehoucq (SAP) et Marc Lévy, un sociologue, agronome de formation, publient chez EDP Sciences, dans la collection « Mot à Mot », un essai :

### La Force

Après une présentation linguistique<sup>6</sup> du mot par Anne Szulmajster-Celnikier, Roland Lehoucq explique avec des mots simples les différents aspects de la force,

depuis ses manifestations mécaniques (agent de mise en mouvement, par exemple la force des mains), jusqu'aux notions les plus modernes : interactions fondamentales, relativité générale, dimensions cachées de l'Univers.

Puis Marc Lévy envisage différentes dimensions sociologiques de la force : rapport de force, force et sexualité, force de conviction etc. L'ouvrage s'achève par un fructueux dialogue entre le physicien et le sociologue, qui met en lumière de surprenantes analogies dans certains comportements des objets physiques et des assemblées d'individus sous l'emprise des forces qu'ils subissent. Quand un objet est stable, donc ne bouge pas, c'est que l'ensemble des forces qui s'exercent sur lui s'annulent. Il est en équilibre. Si une force prédomine, il y a déséquilibre et mise en mouvement. Or sans mouvement, pas d'évolution... Là où le physicien parle d'immobilité, le sociologue parle d'immobilisme. Tout progrès suppose le mouvement, qui ne s'enclenche que s'il y a quelque part une inégalité...

Cette rencontre de deux disciplines donne un éclairage parfois passionné, toujours passionnant sur les différents effets de toutes sortes de forces.

Joël Martin (SPHn et ScintillationS)

### Joël Martin apprécie-t-il la presse emphatique<sup>7</sup> ?

Encore un ! La source ne tarit pas ! Joël Martin, notre célèbre et respecté porte-parole de *ScintillationS*, vient de nous en pondre un nouveau. Nouveau quoi ? Nouveau livre pardi ! Que dis-je, livre, somme de crypto-sémantique, chef-d'œuvre de locution convertible, évangile sans pareil de syllabique ambulatoire. Car ce pavé-là est une bible, **La Bible du contrepè\***, monstre de 960 pages chargé de 20 000 contrepèteries prêtes à esbaudir. Et si Joël y contrepète à cœur joie, il le fait avec une époustouflante méthode, nous étudie là-dedans la genèse de l'univers contrapètique, sa grammaire et ses tabous, nous y explore un tas de grands thèmes contrapètogènes comme, ou

hasard, la religion, la gastronomie, la science, les sports, l'histoire, l'armée. Au passage, il nous assaisonne près de 300 célébrités et nous fournit en sus le plus beau des catalogues contrepètelatoires. Dieu merci, cette Bible du contrepèterie contient aussi la rédemption du mécréant, de l'anapèter devrait-on dire : la liste complète des contrepèters discrètement résolus, qu'on trouve en fin de bouquin. Peut-on mieux faire ? J'en doute !

François Bugeon (ScintillationS)

\* Chez Robert Laffont, collection « Bouquins ».

### Clin d'œil

Jolie NDLR glanée dans *Passerelles* de mai 2003, page 4 : « Le dernier fût coulé ». On n'accolera plus les fûts...

### Le nanogluon d'honneur

Il est confraternellement décerné à la Revue de presse du cinquantenaire de Saclay, où ont été transcrits un peu phonétiquement les propos suivants sur France 3, d'Étienne Roth, un « Ancien » de notre centre : « [...] *Je crois que toute la physique française de l'époque est venue à Saclay [...]* Il y a un prix Nobel, de Gènes, il a commencé ici. » L'Europe est certes une grande famille, mais Gènes n'est pas, sauf erreur, une ville française et Pierre-Gilles de Gennes n'est probablement pas un « pays » de Christophe Colomb.

(1) Voir pages 4 et 5 de *ScintillationS* n° 57.

(2) Voir *ScintillationS* n° 51.

(3) Voir *ScintillationS* n° 24, 27, 28 et 33.

(4) Trois membres du Daphnia sont aussi membres de l'Afreubo, phalange émettrice d'intenses et harmonieux décibels, qui vient de passer sur concours à la division supérieure (deuxième niveau). Deux seulement méritent nos félicitations, Rémi Chipaux (SEDI et piccolo) et Christophe Theisen (SPHn et sax alto). Le troisième, porte parole de notre journal, a séché le concours pour un salon du livre près de Bâle, préférant un train de Bâle et deux sous aux sons calés et aux fêtes soutenues...

(5) Chronos, divinité du Temps, chez les Grecs anciens. Il a donné son nom entre autres au chronomètre et à la chronologie.

(6) Linguistique non combinatoire : point de NDLR du genre « force erratique » ou encore « *Nous sommes d'égale force* ».

(7) NDLR de Luc Étienne.

## Va-et-vient

**Janvier 2003** – Côté vaillant(e)s retraité(e)s : Michèle Poinot (SACM), Danielle Rousseau (SIS), John Hubbard (SPP), Jean-Marc Laget (SPhN). Côté mutés : Paul Giovannoni part du SACM vers la Direction des relations internationales (DRI). Bonne chance à chacun(e).

Bienvenue à trois « petits nouveaux » : Allan-Sacha Brun, au SAp, Hafid Kabbouch, au SACM, et Henri Triou, au SAp. Nous sommes également heureux de la venue au SACM de Danielle Philip en provenance du Service du personnel et des affaires sociales (SPAS) de Saclay.

**Février 2003** – Édouard Mahé, du SEDI, part pour une retraite qu'on lui souhaite pleine de soleil, et Michel Fresquet est recruté au même SEDI pour une carrière qu'on lui souhaite pleine de réussites.

**Mars 2003** – Alfred Leprêtre (SPhN) part en retraite. Bonne continuation, Alfred et reviens nous voir ! Pascal Peyraud quitte le SEDI pour la Direction des applications militaires (DAM). Jean-Luc Sida quitte le SPhN pour la même DAM. Bonne chance ! Martine Baldini vient renforcer Dapnia/Dir. Elle vient du Département patrimoine et infrastructures de Saclay, où elle œuvrait dans la section informations et documentation. Patrice Guiho est recruté au SIS. La plus cordiale bienvenue !

**Avril 2003** – Michel Lalot (SACM) et André Le Coroller (SIS) partent en retraite. Par les temps qui courent, mieux vaut prendre sa recette à trente ans que sa retraite à cent ans. Bonne chance à tous les deux ! Recrutement de Yavuz Degerli au SEDI et de Alain Letourneau au SPhN. Bienvenue au club ! Félicitons et souhaitons bonne chance à Thierry Montmerle, membre de la première cellule de communication du Dapnia et du premier comité éditorial de *ScintillationS*, parti du SAp pour prendre la direction du Laboratoire d'Astrophysique de l'Observatoire de Grenoble.

## Regrets

Serge Simon nous a quittés le 20 février 2003 dans sa cinquantième année, avec le courage et cette dignité dont il ne s'est pas départi tout au long de ces cinq dernières années passées à affronter une longue maladie. Nous perdons un collègue, un ami à la personnalité attachante, dévoué dans son travail comme envers ses amis, sportif invétéré, amateur de voyage, un technicien inventif qui débuta sa carrière au CEA dans le service d'accélérateur de l'Orme des Merisiers. A ce titre, il participa au fonctionnement de l'ALS puis se retrouva rapidement impliqué dans des projets comme MACSE de 1989 à 1993 et TTF ensuite. Sa compétence en matière de sécurité s'est vue affirmée lorsqu'en 1999 il intégra, au SDA, le poste d'Ingénieur Sécurité d'Installation.



Une dernière Margarita au goût salé en souvenir de l'île du même nom où tu dois guetter quelque vent propice...

*Tes amis et collègues du SDA qui pensent très fort à toi*

Hubert Van Hille, responsable de l'Ingénierie de Réalisation du DAPNIA nous a quittés le 18 mars après une brève et terrible maladie. Il était âgé de 39 ans.

Ses obsèques ont rassemblé à Montigny le Bretonneux, autour de son épouse, de ses trois jeunes enfants, sa famille, de nombreux amis et une très importante délégation de la DSM et du DAPNIA. Au delà du collègue disparu, l'hommage s'est adressé à l'homme sensible et chaleureux, au marin expérimenté, à l'époux et au père affectueux.

Nous avons connu son caractère discret et une certaine timidité mais cette apparente réserve cachait une grande opiniâtreté. En effet ses compétences d'ingénieur mécanicien, son expérience industrielle et sa rigueur intellectuelle avaient permis à Hubert de s'imposer comme chef de groupe de l'ingénierie dès son embauche par le CEA en septembre 1995.

A ce titre il a pris en charge des sous-traitances nombreuses et variées avec son sens profond de l'organisation et son exigence de la qualité. Il a été associé dès ses premières phases à la conception du toroïde Atlas, il a été la cheville ouvrière de la construction de la boîte à bobine B0 et c'est tout naturelle-

ment qu'il a pris en charge le suivi de réalisation des grandes boîtes à bobines et des grands cryostats. Cette réalisation de haute technicité menée dans un cadre international complexe illustre bien son efficacité, ses capacités de jugement et ses talents de diplomate. Dans ce contexte difficile son sens de l'humour était un allié précieux.



Hubert, tu aimais ton groupe avec bon sens et hauteur de vue. Malgré ton jeune âge, tu savais concilier intransigeance et bienveillance. Tu as gardé jusqu'au bout le désir et l'espoir de revenir auprès de ton équipe. Tu as été de ceux qui ont œuvré avec générosité, à transformer en réalités grandioses les rêves des physiciens. Hubert, nous gardons ton souvenir.

*Malgorzata Tkatchenko<sup>8</sup> et Antoine Daëf<sup>9</sup>, avec la participation de Patrick Perrin (SIS)*

Jean-Louis Laclare nous a quittés le jeudi 17 avril à 61 ans.

Directeur du groupe de physique des machines, à Saturne<sup>10</sup> dès 1974, Jean-Louis Laclare était un magicien des faisceaux d'accélérateurs connu dans le monde entier. Il conduira de nombreux projets, parmi lesquels l'injecteur MIMAS de Saturne, la machine européenne à rayonnement synchrotron ESFR, la source européenne de spallation<sup>11</sup>. Ses problèmes de santé ne l'empêcheront pas d'apporter son énergie et exigeant talent à l'équipe de Spiral 2<sup>12</sup>.

Jean-Louis Laclare était chevalier de l'Ordre National du Mérite. Sa médaille lui avait été remise en avril 2001 par René Pellat, notre Haut Commissaire.



### CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Jean ZINN-JUSTIN  
COMITÉ ÉDITORIAL : Joël MARTIN (porte-parole), Claire ANTOINE, François BUGEON, Rémi CHIPPAUX, Philippe CONVERT, Françoise GOUGNAUD, Christian GOUJFFES, Pierre GUICHON, Christophe MAYRI, Alain MILSZTAJN, 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 juin 2003

13!

(8) Chef du DIMRI (Département de l'Instrumentation et Métrologie des Rayonnements Ionisants), ancienne chef du SGPI au Dapnia.

(9) Ancien membre du STCM, ex-chef du projet toroïde Atlas et détaché à SOLEIL.

(10) Voir *ScintillationS* n° 25, 34, 38, 39.

(11) Voir *ScintillationS* n° 22, 39.

(12) Voir *ScintillationS* n° 53.