

La science et moi, émoi...

Dès la fin de la seconde guerre mondiale, les physiciens d'Europe ont senti la nécessité de collaborer pour rebâtir la science sur ce qui était devenu un champ de ruines. De cette volonté naquit le Cern dont l'épopée se poursuit aujourd'hui avec le démarrage du LHC. Ces collaborations scientifiques facilitèrent la création de la Communauté du charbon et de l'acier (Ceca) puis le traité de l'Union européenne. L'UE structure aujourd'hui l'espace européen de la recherche. Elle oriente les collaborations, favorise le développement d'infrastructures de premier plan international et la formation des jeunes scientifiques.

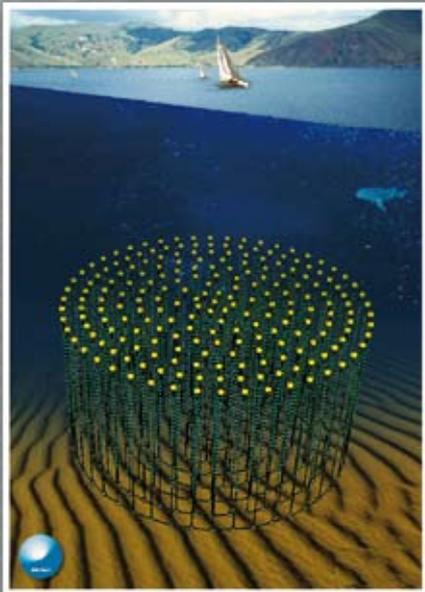
Au-delà même de l'Europe, la science a amorcé un tournant décisif à la fin du vingtième siècle en se mondialisant, en accélérant le partage des connaissances et le regroupement de moyens afin d'aborder des questions de plus en plus complexes. La prochaine avancée majeure reste à faire, celle de la culture scientifique de tous les hommes et les femmes de la Terre. Que la science continue d'être un vecteur de progrès pour les peuples et une base de construction et d'échange.

Jean-Luc Sida

- ▼ L'Irfu au sein de la science et de la technologie européenne p. 2 ▼ Des moteurs pour l'espace p. 4
- ▼ Les demoiselles de Wendelstein p. 5 ▼ Le village Xfel p. 6 ▼ Imag'in Irfu p. 8
- ▼ Neutrinos News p.10 ▼ Le secret des neutrons volants p. 12 ▼ Nouvelles du LHC p. 14
- ▼ Blanche Edelweiss cherche matière noire p.16

L'Irfu au sein de la science et de la

Les programmes-cadre de recherche et développement (PCRD) ont été créés pour être très ouverts aux collaborations internationales depuis sa création, est actuellement financé par plus de 10 milliards d'euros de subvention provenant de la Commission européenne (CE).



Projet Km3NeT (environ 200 lignes de 800 m de haut équipées de plus de 10 000 photodétecteurs). Un des objectifs de la phase préparatoire de Km3NeT est de réaliser les premiers prototypes et de définir l'implantation du détecteur en Méditerranée.

Le premier programme-cadre, *Framework Program 1* (FP1), lancé en 1984, était doté d'un budget de 3 750 M€ pour cinq ans. FP7, lancé en 2007 pour sept années, dispose d'un budget de 54 000 M€, près de quinze fois supérieur, ce qui montre bien la volonté européenne d'investir dans la science et les technologies de pointe. Les programmes-cadre contribuent de façon ciblée à l'augmentation de la compétitivité de la recherche européenne par la coordination des activités de recherche nationales, le cofinancement de grands projets ainsi que l'emploi et la formation des chercheurs. Les subventions de la CE sont attribuées aux acteurs de la recherche européenne par des appels à projets. Pour FP7, ces appels s'insèrent dans cinq grands programmes en fonction d'objectifs bien spécifiques.

Le volet *Cooperation*, doté de près de 60% du budget total, des projets collaboratifs en recherche appliquée relevant de problèmes sociétaux (santé, énergie, environnement, transport...). Le programme *Ideas*, mis en œuvre par le Conseil européen de la recherche (ERC), finance des bourses individuelles d'excellence sans thématique imposée. Le programme *People* stimule la mobilité et les carrières des chercheurs grâce aux bourses Marie Curie. Le programme *Capacities* permet de développer des outils de recherche et d'innovation (infrastructures de recherche, soutiens aux PME, coordination des politiques nationales de recherche...). Enfin le programme *Euratom* couvre l'ensemble de la thématique du nucléaire civil, fusion et fission (sûreté, gestion des déchets, radioprotection...). L'Irfu est engagé dans ces programmes à des degrés différents, au sein de collaborations européennes, voire internationales.

Ideas : bourses individuelles de l'ERC

Ce programme, nouveauté du FP7, offre aux chercheurs la possibilité de financer leurs projets de recherche en Europe, pendant cinq ans, grâce à des subventions pouvant aller jusqu'à 2,5 M€. La sélection se fait sur l'excellence du projet et la capacité du chercheur à le réaliser. L'Irfu se distingue par ses *Ideas* avec trois projets financés, deux au SAP portés par Sacha Brun et Emanuele Daddi et le projet de Jean-Luc Starck au Sédi.



Nicolas Augé, ingénieur de projets européens à la cellule Europe de l'Irfu.

► Zoom sur Stars2 (*simulations of turbulent, active and rotating suns and stars*) : le premier contrat de l'Irfu sélectionné par l'ERC est celui de Sacha Brun (SAP). Il va lui permettre de recruter un thésard, deux post-docs et de financer l'équipement informatique nécessaire pour modéliser des phénomènes physiques afin de comprendre la grande variété d'activité magnétique générée par les étoiles.

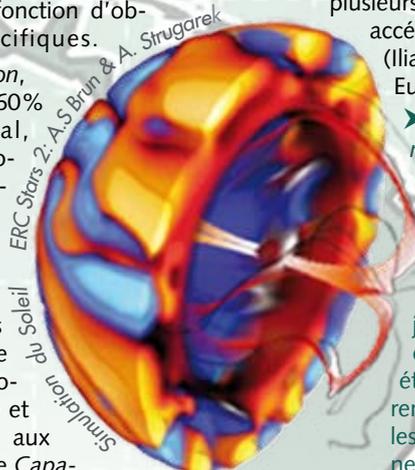
Capacities : développement des infrastructures européennes

Il existe deux types d'appels concernant les infrastructures de recherche (IR). Pour les IR existantes, les *integrated infrastructure initiatives* (I3) visent à améliorer l'exploitation des infrastructures présentes en Europe et facilitent leur accès. L'Irfu, au sein de très grandes collaborations européennes et internationales, est impliqué dans plusieurs projets d'I3 : détecteurs (Eudet et Aida), accélérateurs (Care et Eucard), astroparticule (Ilias), physique nucléaire (HP et HP2, Eurons et Ensar) et grille de calcul (Egee).

► Zoom sur Eucard (*european coordination for accelerator research and development*)

Ce projet fait suite au projet FP6 Care dans lequel les SACM, SIS et SPP étaient impliqués. Eucard a pour objectif de développer une sélection de projets d'accélérateurs en Europe (*upgrade* du LHC, futurs collisionneurs linéaires, études pour les « usines à neutrinos ») en renforçant les liens de collaboration entre les participants et en développant les synergies avec les industriels.

Pour la construction de nouvelles IR, on peut faire appel aux *design studies* (DS) qui permettent aux chercheurs de faire des études de conception et de faisabilité d'IR de dimension et d'intérêt européen. Le résultat de ces études alimente la réflexion de l'instance scientifique Esfri (*european strategy forum on research infrastructures*) qui a pour vocation d'harmoniser la politique des états européens en proposant des priorités parmi les IR à construire. Les feuilles de route d'Esfri déterminent ensuite les projets CNI-PP (*Construction of New Infrastructures-Preparatory Phase*) qui seront soutenus financièrement par la CE. Ce soutien donne un élan aux projets en aidant les parties prenantes (organismes de recherche, entreprises) à s'organiser, notamment pour les aspects juridiques et financiers.



technologie européenne

Par Nicolas Augé

**améliorer la compétitivité scientifique et technologique de l'Europe. L'Irfu, labora-
lement impliqué dans une trentaine de contrats européens, avec plus de douze**

► Zoom sur Km3Net et Spiral2

Le projet de détecteur de neutrinos d'un km³ sous la mer (coût total pour la construction : ~200 M€) illustre parfaitement le fonctionnement des appels européens pour les nouvelles IR. Sous FP6, le *design study* Km3Net (2006-2009) avait été financé à hauteur de 9 M€. Ce projet, retenu en 2006 dans la première feuille de route d'Esfri, est ensuite financé (5 M€) pour la phase préparatoire en 2007.

Autre exemple, la phase préparatoire du projet Spiral2, dotée d'un financement d'environ 4 M€, a pour objectif de mettre en place un cadre juridique de « laboratoire européen » pour le Ganil de permettre la signature d'accords de collaboration pour la construction de détecteurs entre les partenaires européens engagés dans ce projet.

Capacités : développement de réseaux Eranet (European research area network)

Ces appels permettent de réduire la fragmentation des efforts de recherche en renforçant la coordination de programmes de recherches publiques. Les activités soutenues par l'EC (échange d'informations, définition et mise en œuvre d'activités conjointes, financement d'activités de recherche transnationales), doivent permettre l'émergence de projets internationaux de R&D.

Les résultats des Eranet, comme les *road maps* élaborées par les différents consortiums, sont un autre ingrédient permettant à Esfri d'orienter les choix sur les infrastructures à construire en Europe. L'Irfu s'investit dans deux Eranet : Nupnet en physique nucléaire et Aspera en astroparticule.

People : formation européenne par la recherche

L'*initial training network* (ITN) finance des réseaux de trois partenaires minimum, construits autour d'un programme de formation par la recherche. Le financement de la CE permet aux réseaux de recruter des thésards et post-doctorants. Pour FP7, l'Irfu est impliqué dans trois projets, deux au SAp (*Black Holes Universe* et *CosmoComp*) et un au SACM (Ditanet).

► Zoom sur Artemis

Ce réseau formé de sept partenaires et coordonné par le SPP (FP6), a pour objectif d'étudier la nature de la brisure de symétrie électrofaible en recherchant directement et indirectement le boson de Higgs à l'aide du détecteur Atlas au Cern. La subvention de l'EC a permis de recruter et former six thésards pendant trois ans et sept jeunes post-docs pendant deux ans.

Euratom : coordination des recherches sur l'énergie nucléaire

Le SPhN et le SACM participent avec la DEN et la DAM à certains projets Euratom. Dans le projet Eurotrans (FP6), l'objectif était le développement de solutions techniques pour la transmutation des déchets nucléaires dans un réacteur sous-critique piloté par accélérateur (Accelerator driven system ADS) en termes de cible de spallation, d'accélérateurs, de matériaux et de combustible. Il devrait conduire à la conception d'un démonstrateur d'ADS (XT-ADS) de faible puissance et, à plus long terme, à une installation européenne pour la transmutation (Efit).

Sous FP7, le SPhN est impliqué dans le projet Andes (*accurate nuclear data for nuclear energy sustainability*) qui vise à améliorer la précision des données nucléaires et des modèles utilisés pour la conception de réacteurs avancés afin de minimiser la production des déchets nucléaires dans des réacteurs critiques ou sous-critiques et permettre un cycle fermé assurant ainsi la durabilité de l'énergie nucléaire.

Nous n'avons pas pu présenter ici toutes les implications européennes de l'Irfu. Nous aurions aussi pu parler de certains projets du Sédi qui ont des enjeux industriels (projets ForFire et CS-Orion)

ou bien encore de la thématique « Space » dans le programme *Cooperation* qui concerne principalement le SAp, comme par exemple le projet Cesar...

En résumé, notons que le financement FP7 de la CE déjà obtenu par l'Irfu est de 12 M€ (soit environ 1 M€ de plus que le financement obtenu par l'Irfu sous FP6) et permet de financer plus de 20 personnes.an (post-docs, thésards, CDD) chaque année entre 2008 et 2013.

Enfin, la CE consulte les différents acteurs de la recherche en Europe pour préparer le FP8 dont les documents de travail seront disponibles fin 2010. Le budget du FP8 est particulièrement attendu, espérons qu'il sera à la hauteur des ambitions des chercheurs !

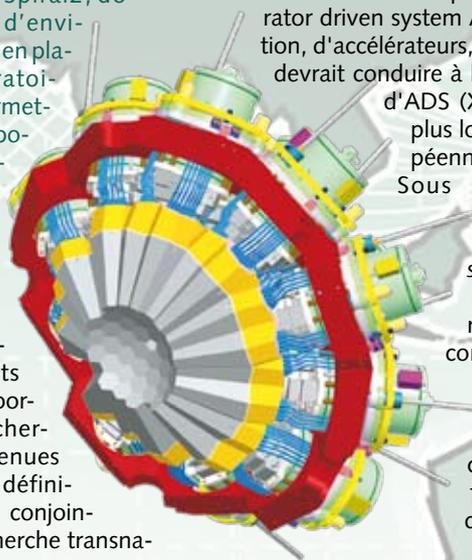


Schéma de la première phase du spectromètre Agata (advanced gamma tracking array)



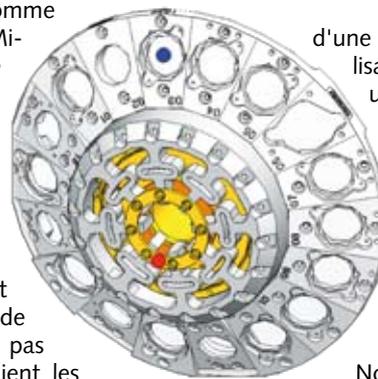
Des moteurs pour l'espace

Par Jean-Christophe Barrière et Isabelle Le Mer



Il n'est pas si facile d'utiliser des moteurs dans l'espace. Ils doivent être fiables, ne demander aucune maintenance et ne pas dissiper de chaleur. Ajoutez à cela la robustesse nécessaire pour survivre à un vol spatial, en particulier le décollage, très traumatisant pour ces pièces mécaniques de haute précision, et vous aurez tous les ingrédients pour l'un des défis de R&D high-tech relevé par l'Irfu.

Pour développer des moteurs comme ceux nécessaires à l'imageur Mirim du futur *James Webb Space Telescope (JWST)*, nous nous sommes basés sur les cryomécanismes (CM) développés par l'Irfu pour l'imageur et le spectromètre Visir installé sur le mont Paranal au Chili. Ces mécanismes permettent de placer différents outils (filtres, diaphragmes) devant la caméra de Visir. Ils travaillent dans l'environnement cryogénique de l'instrument (20 kelvins) pour ne pas émettre d'infrarouges qui perturberaient les mesures de l'appareil. Ces CM asso-



Cryomécanisme monté sur la roue à filtres de l'imageur Mirim pour le JWST.

cient un moteur pas à pas avec un système de dentures appelé « crabot ». Ils possèdent 360 positions, qu'ils atteignent avec la répétabilité angulaire remarquable de 50 μ rad (équivalent à la taille d'une balle de tennis vue à 1 km de distance), sans aucune puissance dissipée en mode d'observation. De plus, le CM que nous avons développé pour Visir peut être rapide dans ses actions -un tour sur lui-même en trois secondes- ce qui réduit encore la consommation. Fort de cette expérience, l'Irfu, avec un support financier du Centre national d'études spatiales (Cnes), décide

d'une mission (sol, lancement, vol). La spatiation d'un outil, quel qu'il soit, nécessite une approche bien différente de son équivalent au sol où l'outil reste accessible. Elle demande une démarche qualité spécifique. Ainsi, par exemple, tous les matériaux du CM sont passés en revue pour s'assurer, entre autres, qu'ils ne génèrent pas de poussières qui pourraient endommager un instrument. Certains seront réétudiés pour être compatibles avec cet usage spatial.

Nous sélectionnons comme base un moteur qualifié spatial Sagem et des roulements à billes traités selon un procédé agréé par l'Agence spatiale européenne (ESA). Des ingénieurs et

techniciens du SIS et du SAp optimisent la tenue aux vibrations du CM grâce à des simulations et des campagnes de tests. Nous démarrons alors la construction d'un modèle de qualification.

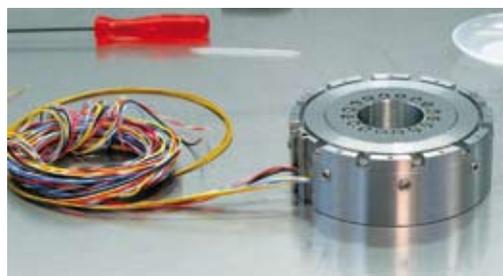
Le programme de qualification spatiale consiste en des tests de vibrations simulant le lancement de la fusée, des cycles thermiques et un test d'endurance représentant trois fois la durée de vie d'un CM pour s'assurer de sa fiabilité. Les performances et l'intégrité du système sont vérifiées à chaque étape. Deux cryostats à azote liquide (80 K) et leur station de contrôle-commande ont été développés spécifiquement au SIS pour mesurer ces performances ainsi qu'un cryostat descendant à 4 K.

Notre nouveau cryomécanisme a franchi toutes les épreuves avec succès et satisfait aux exigences de la qualification. Nous sommes prêts à fabriquer un modèle de vol pour 2010.

Jean-Christophe Barrière, *ingénieur au SIS*, et Isabelle Le Mer, *ingénieur assurance produit pour les projets spatiaux*, supervisent les développements des moteurs pour l'espace.

de lancer, en 2008, un programme de spatiation des CM impliquant le SAp et le SIS. Le défi est de rendre le CM compatible avec les contraintes de l'environnement spatial : fiabilité robuste, faible consommation) aptitude à supporter le cycle de vie

Les conditions de vol sont particulièrement éprouvantes pour la mécanique de précision; ici le décollage de la fusée Delta emportant le satellite Glast en juin 2008.



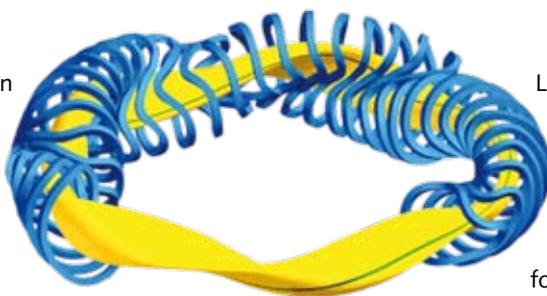
Cryomécanisme en cours d'assemblage (haut) et assemblé (bas)

Les demoiselles de Wendelstein

Par Laurent Genini

Le 09 septembre 2009, la soixante-dixième et dernière bobine du stellarator W7-X, Mademoiselle AAB49N, a quitté le hall 198 du CEA Saclay pour rejoindre ses grandes sœurs à Greifswald, en Allemagne, au bord de la mer Baltique. Ce dernier voyage clôture plus de dix ans de travail à l'Irfu pour caractériser les aimants nécessaires au projet allemand de fusion nucléaire par confinement magnétique.

Le projet W7-X est un projet de l'Institut de physique du plasma de Garching (Allemagne) qui doit réaliser une des machines de recherche du programme européen de fusion thermonucléaire par confinement magnétique. Cette machine, appelée stellarator Wendelstein 7-X, a un diamètre de l'ordre de 15 mètres pour une masse de 550 tonnes. Elle est constituée de 70 aimants supraconducteurs destinés au confinement du plasma dont chacun porte le nom de Mademoiselle. Le Service des accélérateurs, de cryogénie et de magnétisme a la responsabilité contractuelle de la caractérisation des 70 aimants fabriqués en Allemagne, en Italie et au Royaume-Uni. Ces tests permettent d'étudier le comportement électrique, thermique et hydraulique de chaque aimant aux températures ambiante et cryogénique. L'accord de collaboration entre l'Institut de physique du plasma de Garching et le CEA a été signé en juin 1998 et de nombreuses équipes de l'Irfu ont été mobilisées, plus particulièrement au sein du SACM et du SIS. En 2003, après les phases d'étude, de réalisation et de validation de la station d'essais, la phase de test des aimants a débuté...



Les 70 bobines supraconductrices que nous avons testées et validées sont réparties en deux grandes familles : les bobines planes (20 demoiselles de 3,5 tonnes) et les bobines non planes qui peuvent avoir cinq formes différentes (50 demoiselles de 5,5 tonnes). Dans chacun de ces

aimants passe un courant nominal de l'ordre de 17 000 ampères. La complexité des essais était liée aux bobines elles-mêmes car c'était la première fois que des bobines supraconductrices de cette dimension étaient réalisées et testées.

Le principal objectif était de contrôler la marge de fonctionnement des aimants. Pour cela, nous devions réguler la température d'entrée des circuits d'hélium à différentes valeurs et avec une très grande précision. Nous avons donc été amenés à développer différents échangeurs et réchauffeurs permettant de réguler la température de l'hélium de 5 K à 7,8 K avec une précision de ± 20 mK. Dans le domaine électrique, la principale difficulté a été de concevoir une station d'essais pouvant tenir des tensions d'isolement de l'ordre de 10 kV à une température de 5 K.

Les premières bobines présentant de gros problèmes techniques, il nous a fallu sept années et 91 tests cryogéniques pour valider les 70 bobines et remplir ainsi notre contrat. Tous ces tests nous ont permis de renforcer nos compétences en réalisant de la R&D dans les domaines de l'instrumentation, du contrôle commande, de la protection des aimants, de la cryogénie et du magnétisme. L'expertise de l'Irfu a été reconnue à travers ce travail et nos compétences se sont renforcées dans le domaine de la fusion thermonucléaire. Nous espérons, dans les mois ou les années à venir, avoir à réaliser les stations de tests d'aimants supraconducteurs pour les projets tels que JT60SA au Japon ou Iter en France...

Laurent Genini, ingénieur au SACM, chef de projet sur les stations d'essais W7-X et JT60SA



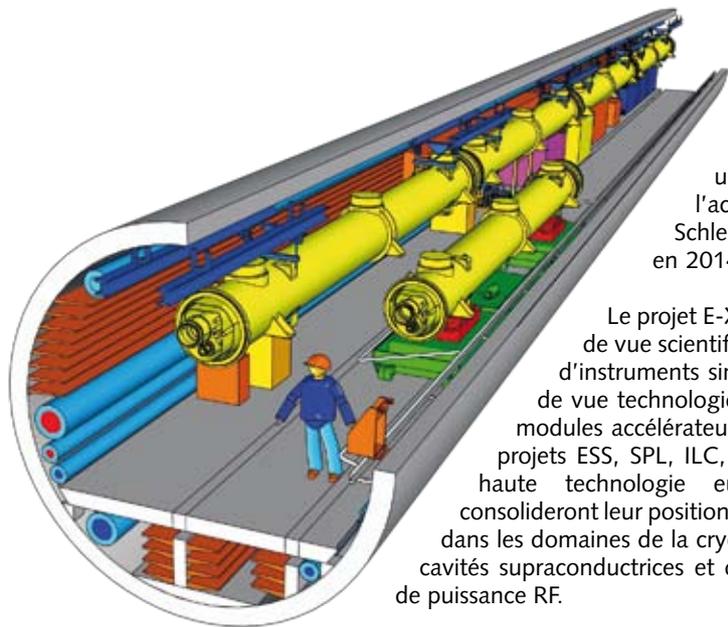
Déplacement d'une bobine non plane.

pour l'hélium liquide (200 W, débit de 16 g/s à 4.2 K), un système de protection de l'aimant en cas de « quench » ou de décharge rapide.



Station d'essais W7-X

Le projet européen *X-ray free electron laser* (E-Xfel) utilisera un accélérateur linéaire million de fois plus intense que les sources basées sur un synchrotron. E-Xfel deviendra jamais construit. L'Irfu participe à la construction de ce projet européen en assurant accélérateur à Saclay. Il développe pour cela le « Village Xfel », une infrastructure opérateur industriel.



Le projet E-Xfel doit aboutir à la construction d'un laser à électrons libres d'impulsions courtes dans la gamme des rayons X. Ce très grand instrument de recherche européen servira la communauté internationale dans les disciplines de la chimie, biologie et science des matériaux. Débutant par un injecteur situé sur le site de Desy, à Hambourg en Allemagne, l'accélérateur servira des lignes de lumière situées sur le Land du Schleswig-Holstein, 3,4 kilomètres plus loin. Sa mise en service est prévue en 2014 et la fourniture des premiers faisceaux pour les utilisateurs en 2015.

Le projet E-Xfel est stratégique pour la recherche scientifique européenne. Du point de vue scientifique, l'Europe disposera d'une source X intense après la mise en service d'instruments similaires aux États-Unis (LCLS-Stanford) et au Japon (J-Xfel). Du point de vue technologique, ce projet sera le premier à organiser la production industrielle de modules accélérateurs supraconducteurs préfigurant ceux susceptibles d'équiper les futurs projets ESS, SPL, ILC, Eurisol, ADS... Enfin, du point de vue industriel, les entreprises de haute technologie européennes consolideront leur position dominante dans les domaines de la cryogénie, des cavités supraconductrices et des sources de puissance RF.

La construction de l'accélérateur linéaire supraconducteur est prise en charge par un consortium d'Instituts européens, basés principalement en Allemagne (Desy), Espagne (Ciemat), France (CEA, IN2P3), Italie (INFN), Pologne (INS), Russie (BINP, IHEP) et Suisse (PSI).

Souhaitons à cet investissement majeur de l'Europe la même réussite que celle du *Two-mile accelerator* du Slac qui a commencé par des découvertes dans le domaine de la physique des particules en 1966 et prépare sa quatrième réincarnation dans un US-Xfel *brillamment* mis en service en 2009.

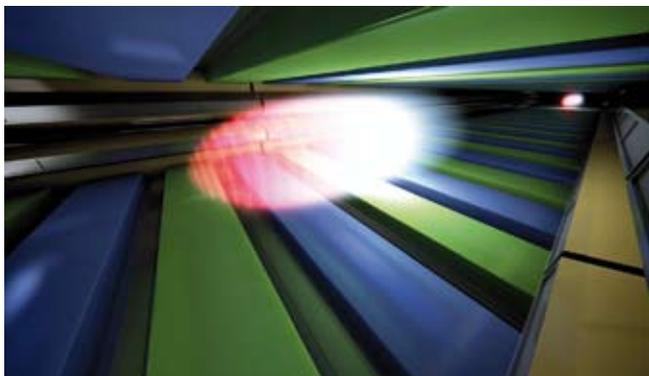


Vue aérienne du site E-Xfel entre Hambourg et Schleswig-Holstein. Ses installations souterraines s'étendent sur plus de trois kilomètres.

ESS : european spallation source
SPL : super proton linac
ILC : international linear collider
Eurisol : futur accélérateur européen de noyaux exotiques de haute intensité
ADS : Accelerator driven system

Présentation technique du projet E-XFEL

Le projet E-Xfel est une source de lumière dite de quatrième génération qui produira des flash-laser extrêmement brillants ($\sim 10^{33}$ photons/s/mm²/mrad²) et ultra-courts (~ 100 fs) de rayons X jusqu'à 1 angström de longueur d'onde. Le but est de micro-photographier des processus physiques, chimiques ou biologiques afin d'en révéler la cinétique avec une exposition jamais atteinte. Le procédé de base est celui de « l'émission spontanée auto-amplifiée » qui voit des paquets d'électrons de haute énergie et de grande cohérence spatiale se regrouper en micro-paquets sur les nœuds du rayonnement monochromatique créés à travers des onduleurs magnétiques, et ainsi rayonner de façon cohérente comme une série de charges macroscopiques. A la base de cet instrument se trouve un accélérateur linéaire à électrons de 14 GeV et 1,2 km de long utilisant des cavités supraconductrices RF (1,3 GHz) en niobium massif développant un champ accélérateur de 23,6 MV/m, telles que celles mises en œuvre sur Flash (accélérateur de 1 GeV) à Desy.



Génération de rayons X
Pour générer les flashes très intenses de rayons X, les électrons de haute énergie passent par un ensemble d'aimants (en bleu et vert).

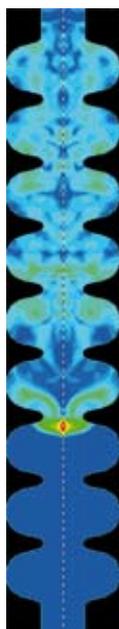
d'électrons de 14 GeV pour créer une source de rayons X un en 2014 le plus grand accélérateur linéaire supraconducteur l'intégration de l'ensemble des cryomodules de montage mise à la disposition d'un

Olivier Napoly, Stéphane Berry et Catherine Madec (de gauche à droite sur la photo), ingénieurs au SACM, développent les installations du village Xfel à Saclay.



Supratech : les salles blanches du village Xfel

Par Stéphane Berry



La cavité accélératrice supraconductrice est l'élément de base du projet E-Xfel. Le Linac principal compte 648 cavités. Elles seront assemblées à Saclay en un « train » de 12 mètres de long constitué de huit cavités, un quadripôle, et un moniteur de position. Ces éléments doivent être assemblés en salle blanche de classe ISO 4 (moins de 1000 particules de 0.3 µm par mètre cube) afin de préserver la surface interne ces cavités. Avant sa sortie, l'étanchéité de l'ensemble doit être validée par une détection de fuite à l'hélium. Cette salle blanche de grande dimension fait partie d'un ensemble de trois salles propres (sas de transfert ISO 7 de 30 m², salle de conditionnement ISO 5 de 40 m², salle blanche ISO 4 de 112 m² avec une cabine de lavage ISO 4) qui, complété par un laboratoire de chimie et d'électrochimie de 100 m², d'un tunnel de traitement de surface pour cavités supraconductrices, composent la plateforme SupraTech. Dès la phase de programmation, l'ensemble des salles propres a été conçu pour une utilisation modulable, répondant au besoin

d'intégrer des cryomodules aussi hauts que ceux de Soleil (~3 m) et aussi longs que ceux de l'ILC (~13 m). Ce complexe de haute technicité conçu pour réaliser la préparation et l'assemblage de cavités ou de cryomodules de grande taille sera étrenné par les modules de l'accélérateur linéaire du projet Spiral2 avant l'arrivée des cavités pour E-Xfel.



Le nouvel ensemble de salles blanches du SACM, vu de l'extérieur. On observe le système d'aspiration sur la partie supérieure et la cabine de lavage ISO 4 au centre.

Le hall de montage des cryomodules

Par Catherine Madec

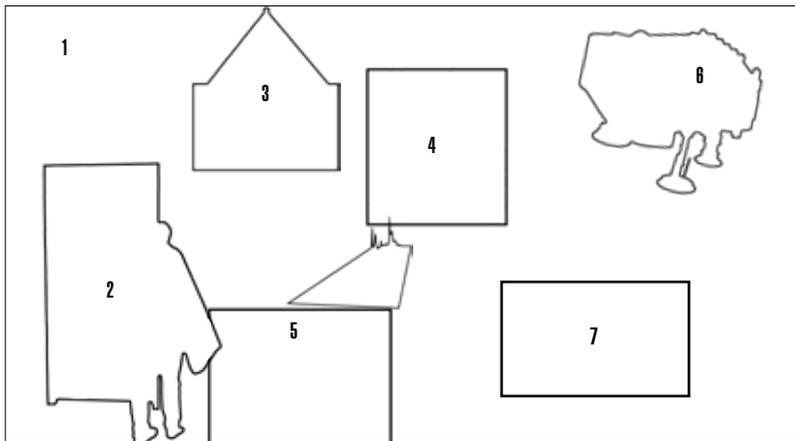
Après son assemblage en salle blanche, le train de cavités est « roulé » dans le hall de montage où les cavités sont équipées d'un système d'accord en fréquence permettant de les déformer élastiquement grâce à un moteur pas à pas qui travaille sous vide, d'un blindage magnétique destiné à réduire la pénétration du champ magnétique au sein du niobium, et de couches de super-isolation.

Les cavités et le quadripôle sont ensuite alignés sur l'axe du faisceau à 100 µm près. La position longitudinale des cavités est maintenue grâce à leur ancrage sur une barre en Invar (matériau à faible contraction thermique). Puis, le train de cavités est suspendu au système de distribution cryogénique et enchassé dans un ensemble d'écrans en aluminium thermalisés à 4 K et 80 K limitant les pertes par rayonnement. Le cryomodule est ensuite enfourné dans l'enceinte à vide et arrimé à celle-ci par l'intermédiaire de cheminées réalisées en matériaux composites pour isoler thermiquement la connexion. La partie chaude des huit coupleurs de

puissance est enfin raccordée à la partie froide montée sur la cavité en salle blanche. Le coupleur de puissance fournit la puissance RF puisée par le faisceau d'électrons. Ce millier de pièces assemblées constituera l'un des 83 cryomodules qui seront livrés par Saclay à Desy d'ici à fin 2013 au rythme prévu de un par semaine.

Enfournement d'un cryomodule dans son enceinte à vide, dans le hall de montage, à Saclay.





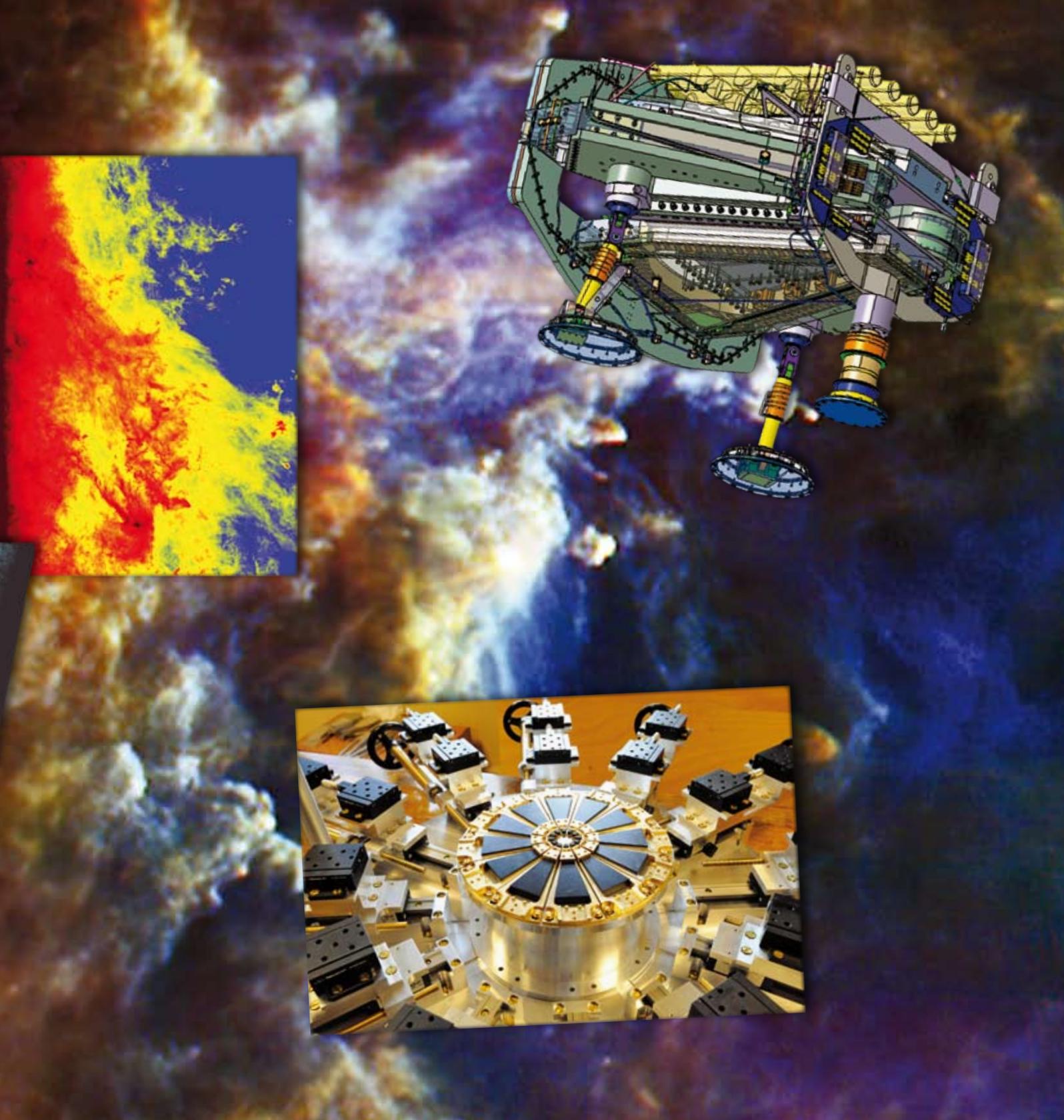
1- Herschel

Le fond de cette page montre la nébuleuse de la Rosette, une pouponnière d'étoiles située à 5000 années-lumière de la Terre, vue par Herschel. Dans ces nuages de gaz et de poussières, la densité est très faible, un milliard de milliard de fois moins dense que l'air. Mais ces nuages de gaz sont tellement gigantesques que leur volume total possède la masse de 10 000 soleils !

Les cocons les plus brillants sont des fabriques d'étoiles massives. Certains deviendront des étoiles géantes de dix fois la masse du Soleil. Les plus petites zones brillantes recèlent les bébés « Soleil ».

2- Cocase

L'installation d'irradiation Cocase (« Co » comme cobalt, « case » comme casemate) est destinée à tester sous radioactivité, avec des débits de dose faible et sur de longues durées, des composants de détecteurs et d'électronique. Cet irradiateur vient d'être déménagé dans le hall du bâtiment 126.



3- Boss

Un des premiers spectres de quasar pris par Boss. Ce quasar est probablement une galaxie lointaine ayant en son centre un trou noir super-massif. Sur la partie haute de la figure, le quasar bleu est indiqué par un cercle sur l'image du ciel prise par SDSS. La partie basse de la figure montre son spectre mesuré par Boss. Boss a pour objectif de récolter des millions de spectres similaires et d'utiliser les mesures de distance qu'ils fourniront afin de cartographier la géométrie de l'Univers.

© D. Hogg, V. Bhardwaj et N. Ross.

4- Planck

Le ciel vu par Planck à la longueur d'onde de 350 micromètres. Le satellite Planck doit couvrir le ciel entier pour construire une image haute résolution du rayonnement fossile de l'Univers. Le satellite tourne sur lui-même avec une vitesse de rotation de un tour par minute. Planck met six mois pour couvrir l'ensemble du ciel. La figure ne représente que 55 degrés du ciel. La bande noire correspond au plan de notre galaxie où est concentrée la majorité de la poussière et du gaz.

© ESA & HFI Consortium

5- Hess

Le high energy stereoscopic system (Hess) est le fruit d'une large collaboration internationale, incluant l'Irfu. Cet instrument est consacré à l'observation des sources de rayonnement gamma d'énergie supérieure à quelques dizaines de GeV. Ces rayons gamma de très haute énergie peuvent être observés depuis le sol par leur interaction avec la haute atmosphère qui produit un très faible éclair de lumière bleue, appelé aussi lumière Cherenkov.

6- R3B-Glad

Les contraintes de résolution angulaire et en impulsion de la future installation expérimentale Fair/R3B (Facility for antiproton and ion research/ Reaction studies with relativistic radioactive ion beams) à GSI, en Allemagne, nécessitent la construction du dipôle supraconducteur R3B-Glad (GSI large acceptance dipole) associant grande acceptation et intégrale de champ élevée. Le choix d'un blindage actif du champ magnétique permet d'alléger la structure et conduit à une conception en « papillon » du bobinage que laisse deviner la vue en CAO de la masse froide.

7- Aimant RMN unilatéral

Photo d'un prototype d'aimant pour la résonance magnétique nucléaire (RMN) fabriqué par assemblage de blocs aimantés (Projet Iramis en collaboration avec l'Irfu). On distingue au centre l'ensemble magnétique à aimants permanents et en périphérie l'outillage de mise en place à quelques microns près des 24 aimants prismatiques placés en partie supérieure. L'originalité de cet ensemble de taille réduite (40 kg), transportable et de faible coût, est que sa zone utile, est située à l'extérieur du volume magnétique. Ce type d'aimants permet d'envisager de nouvelles méthodes de RMN dont l'imagerie médicale pourrait bénéficier.

© Dimitrios Sakellariou - CEA

J-Parc

Détecteur proche

Neutrinos

Faisceau de neutrinos

Le neutrino est une particule élémentaire fugace qui interagit très faiblement avec la particule avec laquelle il est produit (l'électron, le muon ou le tau). Depuis une car ces derniers possèdent, lors de leur propagation, la propriété de muter d'un comprendre cet étrange phénomène d'oscillation, d'autres sont en préparation. L'irfu leurs prises de données : l'expérience T2K (Tokai to Kamioka), au Japon, qui utilise Chooz dans les Ardennes, en France. Avec ces deux expériences, les physiciens oscillations de neutrinos. Une telle mesure aurait un impact considérable en physique qui compareraient les oscillations d'un neutrino avec celles d'un antineutrino, ce une explication à l'un des plus grands mystères de la physique : pourquoi y-a-t-il

L'expérience T2K

Le 24 février dernier, l'expérience T2K a observé dans le détecteur souterrain Super-Kamiokande la première interaction d'un neutrino qui avait voyagé la distance de 295 km depuis le site de l'accélérateur de J-PARC à Tokai. Cet évènement marque le début d'un ambitieux programme de physique qui devrait révéler les secrets encore bien gardés entourant le subtil mécanisme des oscillations de neutrinos. Pour mener à bien leurs recherches, les physiciens de T2K se sont dotés d'un accélérateur de protons de 30 GeV dont la puissance nominale de 750 kW est la plus élevée jamais atteinte par un faisceau pulsé de protons. Ils ont en outre conçu et réalisé deux systèmes complexes de détection de neutrinos, Ingrid et ND280. Situés à moins de 300 m de l'accélérateur, ces dispositifs permettent de déterminer avec précision les caractéristiques des faisceaux de neutrinos produits avant même que ces derniers n'aient eu le temps de muter.

L'Irfu a joué un rôle de premier plan dans la construction du détecteur ND280 en participant à la réalisation de ses trois grands trajectographes. Ces instruments de précision qui traquent dans un champ magnétique le passage des particules chargées produites lors des interactions de neutrinos, utilisent la technologie innovante du « bulk-MicroMégas » développée conjointement par le Cern et l'Irfu. Pas moins de 9 m² de surface de détection ont été réalisés par l'Irfu et les 124000 canaux de lecture qui les composent utilisent la puce électronique « Asic After » conçue dans notre laboratoire. L'Irfu a également mis à contribution son savoir-faire dans le domaine de l'instrumentation générale en réalisant le système de protection de l'arc d'aimants supraconducteurs de la ligne de faisceau.

Interaction d'un neutrino du faisceau dans le détecteur proche de T2K. On distingue les trajectoires des particules chargées produites dans la cible et détectées dans les trois TPC (en bleu).

Depuis la fin 2009, ND280 et Ingrid sont fin prêts et opérationnels. Ils scrutent désormais la moindre trace laissée par les neutrinos sur leur passage!

Edoardo Mazzucato, physicien au SPP, participe au projet T2K après avoir travaillé sur la physique des kaons au Cern.

Jacques Bouchez

Notre collègue et ami, Jacques Bouchez, nous a quittés trop tôt en décembre 2009. On ne peut parler de Ancien élève de Polytechnique, il est arrivé au laboratoire en 1968. Après un postdoc à Slac, il rejoint l'expérience avec l'expérience au Bugey - il en sera le porte-parole de 1989 à 1992 - puis ensuite au Cern avec Nomad. Son connaissance de la physique qu'il prenait plaisir à partager.

Soucieux des développements futurs, Jacques a présidé le conseil scientifique de Modane (1999-2004) puis pour s'engager au Japon sur K2K/T2K mais pour lui l'étape ultime était en France avec un grand On ne peut évoquer Jacques sans parler de son expertise en statistique dont il a fait bénéficier tant statistique. Est-ce grâce à ses horaires de travail si particuliers qu'il a pu tant contribuer à la Physique

la matière. De charge électrique nulle, le neutrino se décline en trois types selon décennie, les physiciens ont acquis la certitude que les neutrinos ont une masse type à l'autre (oscillation). Plusieurs expériences à travers le monde ont cherché à est fortement engagé dans deux projets internationaux qui démarrent cette année un faisceau intense de neutrinos et l'expérience Double Chooz, auprès du réacteur espèrent enfin lever le voile sur l'un des plus ténus des paramètres qui décrivent les des particules. Elle ouvrirait la voie à des expériences qui, de l'avis de nombreux théoriciens, apporterait plus de matière que d'antimatière dans l'Univers?

L'expérience Double Chooz

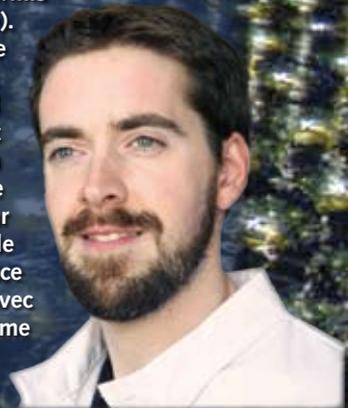
Double Chooz va exploiter l'extraordinaire abondance de neutrinos produits par une centrale nucléaire comme celle de Chooz, soit plus de mille milliards de milliards de neutrinos par seconde, pour atteindre une précision encore inégalée sur la mesure du dernier paramètre d'oscillation. Afin de s'affranchir des incertitudes de production et de détection des neutrinos, Double Chooz aura recours à deux détecteurs identiques. L'un situé à 400 mètres des deux cœurs de 4,27 GW thermiques permettra de contrôler et mesurer avec exactitude le flux de neutrinos sortant de la centrale. Il devrait être installé en 2011. L'autre, à 1050 mètres des cœurs, renseignera sur la métamorphose recherchée des neutrinos. Ce dernier entre dans la phase finale d'intégration avec le remplissage des cuves en liquides nécessaires à la détection, durant l'été (liquides scintillants et huiles).

L'Irfu joue dans Double Chooz un rôle de premier plan aussi bien dans les réalisations techniques comme celle de la double enceinte en acrylique, primée comme ouvrage d'exception au salon du Migest 2009, que dans la coordination de l'installation et du contrôle de la qualité des composants (compatibilité des matériaux mis

en présence des liquides, radiopureté, propreté).

Des outils d'analyse comme la simulation de la production des neutrinos par les cœurs, cruciale pour la première phase à un seul détecteur, et l'étude des systématiques et de leurs impacts sont développés à l'Irfu afin d'exploiter au plus tôt, dès le début de l'automne, les mesures faites avec le détecteur lointain. En seulement quelques mois, Double Chooz permettra d'améliorer notre connaissance de l'oscillation des neutrinos électroniques, avec une précision croissante tout au long du programme de quatre à cinq années de prise de données.

Guillaume Mention, physicien au SPP étudie les oscillations de neutrinos sur Double Chooz



neutrinos en France sans penser à toutes les expériences qu'il a enrichies de ses connaissances et de son travail. Cello sur le collisionneur e+e- à Hambourg. Le reste de sa carrière sera consacré aux neutrinos et à la recherche de leurs oscillations, d'abord explication de l'oscillation des neutrinos en faisant une analogie avec la polarisation des spins dans un champ magnétique illustre bien sa vaste

celui du GDR neutrino (2004-2005). Après avoir contribué à la R&D Lens, il revient aux faisceaux de neutrinos où son rôle est déterminant Cerenkov à eau (Memphys) et un faisceau intense de neutrinos.

d'entre nous. Jusqu'aux derniers moments, il a transmis avec brio, à travers ses nombreux cours, ses connaissances sur les neutrinos et la tout en étant si disponible ?



Eric Berthoumieux et Frank Gunging, *physiciens au SPHn, étudient les réactions nucléaires, en particulier celles induites par des neutrons.*

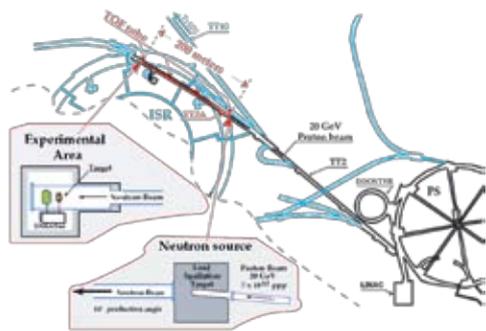
L'interaction des neutrons dans la matière joue un rôle primordial dans les stellaires. L'installation n_TOF du Cern permet de mesurer ces réactions dans une avec une trentaine d'instituts, majoritairement européens.

Le dispositif *neutron Time of Flight* (n_TOF) fournit un faisceau pulsé de neutrons de très haute intensité, avec des énergies cinétiques allant du meV au GeV (10^{-3} à 10^9 électronvolts). Pour ce faire, un faisceau primaire de protons de 20 GeV/c issu de l'accélérateur PS du Cern vient heurter un massif de plomb. Chaque proton incident génère environ 300 neutrons. Un faisceau de neutrons est formé à l'aide de collimateurs et se propage dans un tube à vide jusqu'à la matière que nous souhaitons étudier, 185 mètres plus loin.

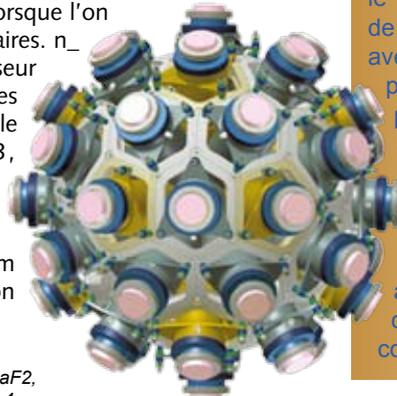
On mesure alors le taux d'interaction des neutrons en fonction de leur temps de vol pour en déduire la probabilité de réaction (section efficace) en fonction de l'énergie du neutron. Deux types de réactions sont principalement étudiés à n_TOF : la capture des neutrons par les noyaux cible et la fission des noyaux, induite par ces neutrons. Pour la capture, on mesure les rayonnements gamma qui sont émis. Ils signent la transmutation de la matière et la formation d'un nouveau noyau dans un état excité. Pour la fission, on détecte les fragments de fission en plaçant l'échantillon dans l'enceinte d'un détecteur gazeux. La capture et la fission sont les deux réactions majeures qu'il faut avoir introduites dans les évaluations de données, lorsque l'on veut simuler des applications nucléaires. n_TOF est donc avant tout un fournisseur de données nucléaires comme celles que nous avons obtenues sur le thorium-232 ou l'uranium-233, utiles pour étudier des réacteurs nucléaires basés sur le cycle du thorium, ou celles sur les isotopes de zirconium, lanthane et samarium qui déterminent les taux de réaction dans des environnements stellaires.

La capture des neutrons

Deux méthodes pour mesurer les sections efficaces de capture neutronique sont couramment utilisées. La première consiste à ne mesurer qu'un des rayons gamma produits lors de la réaction de capture. Cette méthode ne permettant pas de différencier l'origine des différents rayons gamma détectés, elle est très sensible aux bruits de fond. Afin de s'affranchir autant que possible de cette dépendance, le choix et la quantité des matériaux constituant le dispositif expérimental sont optimisés afin de réduire autant que possible leur interaction avec les neutrons. Par exemple l'hydrogène présent dans le détecteur a été remplacé par du deutérium afin de minimiser la sensibilité aux neutrons. Dans la deuxième méthode on mesure tous les rayons gamma issus de la réaction de capture. Ceci nécessite l'utilisation d'un détecteur de grande efficacité entourant l'échantillon à mesurer. Nous utilisons pour cela un calorimètre au fluorure de baryum (BaF_2) couvrant quasiment 100 % de l'angle solide.



Vue schématique de la ligne n_TOF (en rouge) au Cern. Les neutrons sont produits par l'interaction des protons issus de l'accélérateur PS sur une cible de plomb.



Le calorimètre avec 42 cristaux de BaF_2 , couvrant un angle solide de presque 4π avec une efficacité élevée, proche de 100%.

La fission du noyau composé

Pour les mesures de fission, deux types de détecteurs gazeux ont été utilisés : des chambres à ionisation et des plaques parallèles. L'Irfu est en train de construire une nouvelle génération de détecteurs de fission pour n_TOF, basée sur la technologie MicroMégas.

Les données nucléaires

Les réactions entre neutrons et noyaux font partie de ce qu'on appelle les données nucléaires. On retrouve sous cette appellation très vaste l'ensemble des données de structure et de réactions nucléaires. Dans les simulations des applications industrielles, on utilise des données évaluées basées sur une synthèse de l'ensemble des données expérimentales. Elles sont rassemblées dans des bibliothèques, comme le *Joint evaluated fusion and fission project* (projet Jeff) en Europe. Ces bibliothèques sont alimentées par des expériences comme celles de n_TOF.

Si historiquement il s'agissait de données nécessaires pour des réacteurs nucléaires, d'autres applications ou études ont besoin de données nucléaires de précision. On peut penser à la transmutation des déchets nucléaires, aux cycles de combustibles alternatifs comme celui du thorium, ou encore aux réacteurs de fission du futur, Génération IV, ou même aux réacteurs de fusion. Elles sont aussi indispensables pour évaluer les doses reçues dans les applications médicales du nucléaire, ou pour reproduire la nucléosynthèse stellaire qui étudie la formation des noyaux présents dans l'Univers par capture neutronique dans des étoiles.

trons volants

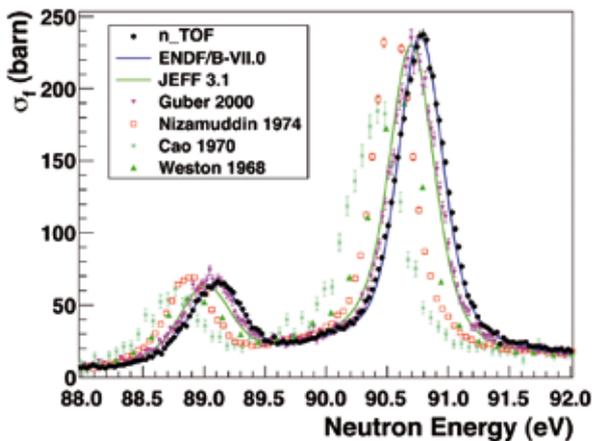
Berthoumieux et Frank Gunsing



applications du nucléaire et la nucléosynthèse large plage d'énergie. L'Irfu y travaille en collaborant

Historique de n_TOF au Cern

L'histoire de n_TOF remonte à 1998 quand Carlo Rubbia propose de construire au Cern une source de neutrons intense et pulsée afin de mesurer des réactions induites par neutrons. Un projet européen permet ensuite de construire la source de spallation et une base de temps de vol, de l'équiper avec des détecteurs et un système d'acquisition de données, et de prendre des données de capture et de fission pendant la période 2001-2004. Ces données sont analysées pendant que le dispositif est en arrêt en attendant une nouvelle cible de spallation qui sera installée en 2008. Depuis la fin 2008, n_TOF est de nouveau opérationnel et un nouveau programme de mesures démarre en 2009. Depuis mai 2010, la salle expérimentale, a été réaménagée selon les normes de radioprotection de type classe A pour permettre l'utilisation de cibles radioactives non scellées, ce qui ouvre des possibilités inédites de mesures, nécessaires pour affiner les scénarios de gestion des déchets de l'industrie du nucléaire, en particulier pour celles des actinides mineurs.



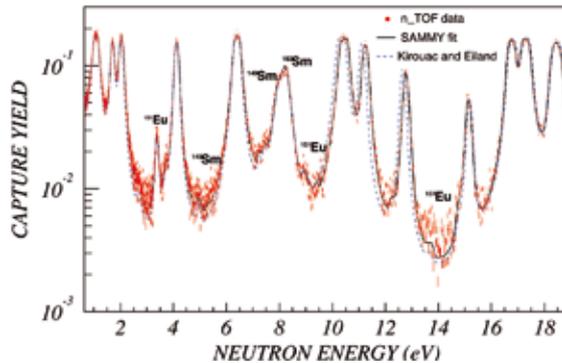
La mesure de la section efficace de fission de ^{233}U , important pour le cycle de thorium. *Phys. Rev. C* 80(2009) 044604

Il existe quelques concurrents à cette installation comme Gelina en Belgique ou le *Los Alamos neutron science center* (Lansce) aux Etats-Unis qui permettent de couvrir une large plage en énergie dans une seule mesure. D'autres installations, comme des réacteurs ou les accélérateurs Van de Graaff sont utilisées pour des mesures à des énergies bien précises.

Implications de l'Irfu à n_TOF

L'Irfu/SPhN s'est investi dans n_TOF dès sa gestation. Son expérience, notamment sur les mesures de capture neutronique auprès de l'autre installation de temps de

vol en Europe, Gelina, est utile dans la prise des données et leur analyse. Un de ses agents, Eric Berthoumieux, est en mission de longue durée au Cern sur la ligne n_TOF. Il développe le système d'acquisition des données et travaille à l'utilisation de détecteurs à base de MicroMégas pour mesurer en permanence le flux de neutron incident. Ce type de détecteur sera aussi utilisé pour mesurer les fragments de fission dans les expériences avec des actinides.



La mesure de la section efficace de capture de ^{151}Sm , importante pour la nucléosynthèse stellaire mais également pour la transmutation des produits de fission à vie longue. *Phys. Rev. Lett.* 93 (2004) 161103

Grâce à son très haut flux instantané de neutrons et son excellente résolution en temps de vol, l'installation n_TOF au Cern est un outil unique pour la mesure des réactions de capture et de fission induites par neutrons. La transformation de l'aire expérimentale en laboratoire de classe A permet maintenant d'effectuer ces mesures pour des isotopes qui n'ont jamais pu être étudiés précédemment, offrant ainsi à n_TOF la possibilité d'améliorer et de compléter les bases de données.

n_TOF, un projet européen

Les projets européens ont été essentiels dans la vie de l'installation n_TOF. Le FP5 a permis le démarrage du projet avec la construction de la source de spallation par le Cern alors que l'Irfu développe les détecteurs. Cela permet les premières mesures comme le Th232, U234, et U236. On retrouve n_TOF dans l'IP Eurotrans – Nudatra au sein du FP6 et entre autres les mesures de capture sur le Bi209. Dans le FP7, le projet Andes, en cours de signature, inclut les mesures de Am241 et U238 à n_TOF et Gelina. Le dispositif n_TOF fait aujourd'hui partie du programme Efnudat (*European facilities for nuclear data*), un I3 du FP6 qui regroupe un ensemble de dispositifs expérimentaux en Europe, et de son successeur, le programme Erinda, actuellement en préparation.

Berliner Zeitung

„Keine Gefahr durch Schwarze Löcher“
Cern-Chef widerspricht den Kritikern

“Il y a dix ans, j'ai apporté ma contribution, un petit grain de sable, à cette aventure gigantesque. A l'époque les équipes du SPP et du Sédi contribuaient à l'assemblage et à la caractérisation des modules du calorimètre électromagnétique. Ma contribution portait alors sur la définition et la validation des derniers composants de la carte Tower Builder utilisée aujourd'hui pour le déclenchement de niveau 1. C'est donc avec un petit peu d'émotion que je vois arriver aujourd'hui les premières données du LHC ! J'espère en particulier que le boson de Higgs, que je cherchais déjà pendant ma thèse au LEP, pointera enfin le bout de son nez...”

Esther Ferrer-Ribas, physicienne au Sédi



Julie Males dans la salle de contrôle de CMS avec un premier événement dans CMS

le bout du tunnel

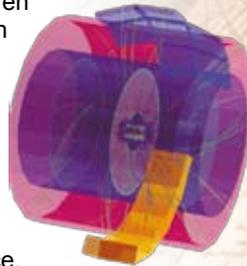
Scintillations : Bonjour Andry. Vous travaillez sur Alice, pouvez-vous nous dire ce que vous attendez de cette expérience ?

Andry Rakotozafindrabe : L'interaction forte - liant quarks et gluons en proton et neutron - reste mal connue. Pour l'étudier, nous soumettons la matière à des températures extrêmes, comparables à celles de l'Univers à peine né. Le LHC serait ainsi notre éprouvette à mini big bang, et Alice une laborantine fort curieuse, spécialement équipée pour analyser les propriétés de cet état fugace, le plasma de quarks et de gluons.

S : Comment avez-vous vécu la journée du 30 mars 2010 ?

A R. : Le matin, la salle de contrôle d'Alice était en état de siège, avec moult gratin et journalistes en plus de l'équipe aux commandes de l'expérience. J'ai préféré suivre l'événement à distance, via le webcast. Première peur lors du problème avec un aimant du LHC, puis une grande émotion, lors des premières collisions, quelques heures après. L'après-midi j'étais en shift en tant que data acquisition operator et nous avons pu nous régaler de visu des premiers événements dans Alice.

Andry Rakotozafindrabe, physicienne au SPhN

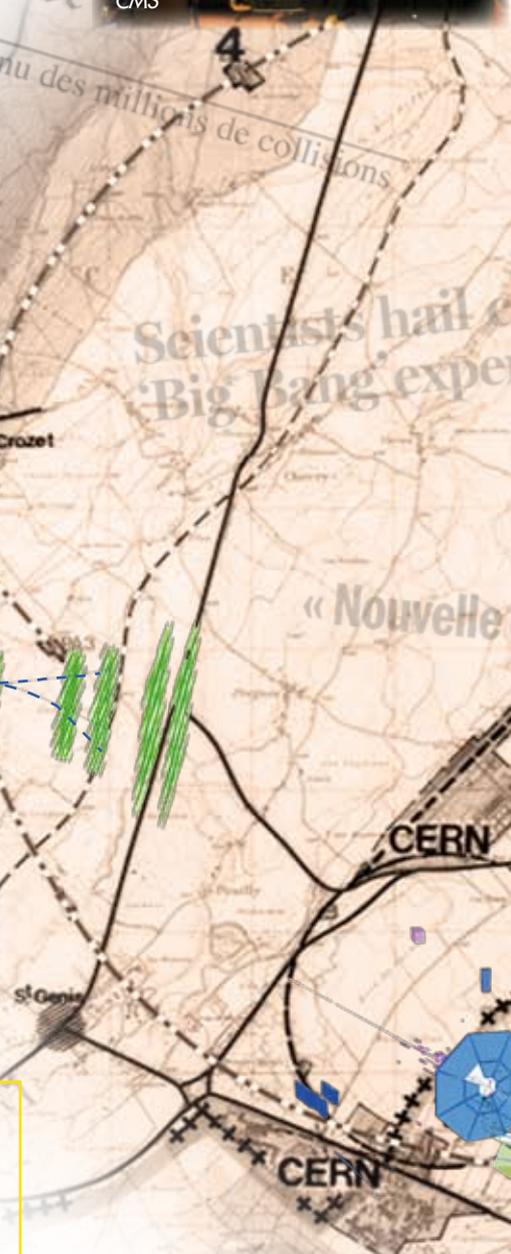


Un événement dans Alice lors des premières collisions historiques à 7 TeV. Les traces laissées par les particules divergent depuis le vertex de la collision. En particulier, deux candidats-muon (en bleu) ont été vus par le spectromètre à muon (en vert) dans lequel l'Irfu s'est impliqué.



“Ce matin, je sais que le LHC fonctionne de nouveau. Super !!! Comme pour les toutes premières collisions, le direct est projeté sur l'écran de la salle Berthelot. Je me dépêche d'aller voir car, la dernière fois, celle-ci était remplie de monde. Mais SURPRISE ! la salle est vide. La faute aux pertes de faisceaux dans la matinée ? Heureusement, en partant déjeuner, Jean Ernwein m'explique qu'un nouvel essai aura lieu vers 13h30 mais aussi que, malheureusement, les physiciens sont devant leur PC pour suivre l'événement ... Dommage ! L'ère de l'informatique a décidément bien changé nos habitudes.”

Emilie Chanclin, secrétaire du SPP



Représentation d'un événement qui semble être la désintégration d'un boson W en un muon (trace violette qui part vers le haut) et un neutrino, visualisé avec le logiciel Persint développé par le CEA.

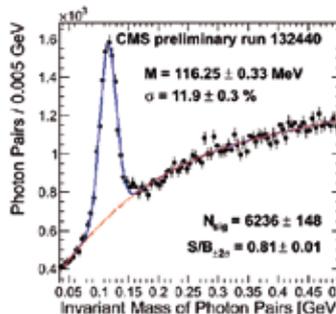
la Croix

Nouvelles du LHC

LA TRIBUNE

démarrage

Pour tout comprendre de l'expérience qui doit remonter aux sources du big-bang.



Distribution en masse des π_0 reconstruits en deux photons dans CMS, produite seulement deux heures après le début du premier run de physique!

"Je suis physicienne au SPP dans l'expérience CMS depuis 2007. J'étais au Cern lors du démarrage du LHC à haute énergie, pour des shifts de nuit (permanences visant à garantir le bon fonctionnement de CMS). Grâce aux prévisions de Jean-Louis Faure, physicien de CMS (et oracle) au SPP, j'ai pu réserver ces shifts bien avant que le planning ne soit connu, en tombant sur le jour exact du démarrage! J'ai suivi cet événement, avec une foule de physiciens, au bâtiment principal du Cern. Personne ne se départit de sa mine enjouée ce jour-là : après des années de travail de préparation, l'arrivée des données de physique est pour tous une grande joie. CMS a été d'une grande réactivité. En shift, nous avons dû attendre la nuit du 1^{er} avril pour fêter "nos" premières collisions depuis la salle de contrôle de CMS."

Julie Malclès, physicienne au SPP



"Que d'excitation, ce matin du 30 mars 2010 ! Un ballet incessant et un va-et-vient de jeunes thésards signalaient que quelque chose « couvait ». Je passais la tête salle Berthelot pour assister à l'événement. Malheureusement pour moi, le direct avec le Cern était en anglais. Après avoir écouté quelques échanges : « Ils ont perdu un faisceau ! », je retournais à mon bureau, un peu déçue, dans l'attente d'exclamations et de cris de joie. Il faut dire que depuis mon arrivée à l'Irfu, il y a quelques 15 ans, j'entends parler du Cern ... et de son anneau. Suite à une visite que la direction avait organisée, j'ai pu comprendre à quoi servaient toutes les commandes et les factures que je traitais en provenance du Cern."

Francoise Vidal, secrétaire gestionnaire au groupe budgétaire

"J'ai travaillé six ans sur les quadripôles principaux des arcs du LHC, les aimants qui focalisent les faisceaux dans l'anneau. Je suis rentrée sur le projet en 2000 lors de leur transfert technologique vers l'industriel, pour assurer le suivi de la production. La dernière masse froide a été livrée au Cern en novembre 2006. Pour les services techniques, il y a souvent un décalage entre la fin de notre travail et l'utilisation effective des objets que nous avons développés. Je suis donc passée à d'autres projets, dont les aimants pour les futurs upgrades du LHC.

Lors du démarrage en 2008, j'ai quand même regardé le premier faisceau sur la webcam du Cern depuis la maison. Un peu déçue et en même temps contente de ne rien entendre sur les quadripôles des arcs : ils marchaient tellement bien qu'on oubliait d'en parler... Le 30 mars 2010, j'étais en vacances et je n'ai pas pu suivre l'événement en direct ; je me suis contentée de regarder les nouvelles à mon retour au travail : la page était définitivement tournée..."

Maria Durante, ingénieur au SACM



"Je travaille dans l'expérience Atlas, sur la cartographie du champ magnétique. Basée au Cern depuis deux ans, j'ai eu la chance d'assister au démarrage du LHC. Lorsque les faisceaux ont circulé pour la première fois dans le LHC fin 2008, l'effervescence était à son comble. Il y avait une ambiance très particulière du type finale de coupe du monde.

Etrangement, les premières collisions à 900 GeV fin 2009 se sont déroulées dans une ambiance plus calme, peut-être pour éviter une éventuelle déception. L'excitation est revenue le 30 mars 2010. Mes collègues et moi avions les yeux rivés sur la page web du LHC, et regardions l'énergie des faisceaux monter petit à petit jusqu'à 3.5 TeV, en même temps que notre propre tension montait. Puis, il y a eu les collisions à 7 TeV, et ce fût la délivrance !"

Marie Legendre (en compagnie de Bruno Lenzi sur la photo), physicienne au SPP





Blanche Edelweiss cherche matière noire

Depuis les années 1930, les physiciens cherchent à résoudre l'énigme de la masse manquante de l'Univers. La masse visible des étoiles et gaz interstellaires semble en effet ne former qu'une faible partie (environ 10 %) de la masse estimée des galaxies. Quelle est donc cette matière invisible qui n'émet ni n'absorbe de lumière ? Les théories supersymétriques de la physique des particules prévoient l'existence de particules massives, appelées wimps (*weakly interactive massive particles*), excellents candidats pour cette matière inconnue et noire. Piégées dans le champ de toute galaxie, et donc de la nôtre, ces particules massives entreraient très rarement en collision avec les noyaux de la matière ordinaire (quelques collisions par année et par

kilogramme de matière) et seraient donc difficilement détectables. En conséquence, elles pourraient apporter une solution élégante à ce mystère cosmologique. Les détecteurs de nouvelle génération de l'expérience de recherche de matière noire Edelweiss viennent de livrer leurs premiers résultats. Remarquablement fiables et robustes, ces nouveaux détecteurs permettent déjà à l'expérience, même incomplète, d'être dix fois plus sensible qu'auparavant dans sa capacité à détecter un wimp et de rejoindre ainsi le « peloton de tête » mondial. En 2010 la masse utile de détecteurs sera triplée pour améliorer encore le potentiel de découverte. Ces premiers résultats ont été soumis à publication dans la revue *Physics Letter B*.

Brève écrite sur la base des communiqués de presse du CNRS et du CEA de décembre 2009.

Va-et-vient

Ce va-et-vient couvre la période juin 2009 - mars 2010

Tu vas...

Lionel Quettier du SACM part en détachement trois ans auprès du Thomas Jefferson national accelerator facility tandis qu'Emeric Dupont du SPhN détaché pour trois ans lui aussi va mettre ses compétences au service de la banque de données de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE. Les mutations pour la période concernent Pierre-Emmanuel Bernaudin du SACM qui rejoint le Ganil et Aline Marcinkowski qui quitte la Dir pour le LSCE. Ils partent à la retraite : Madeleine Soyeur du SPhN, Jean-Pierre Schuller et Brigitte Bloch du SPP, Gérard Dhenain et Yvon Rio du SAP, François Kircher du SACM. Ils quittent le Sédi pour tenter une nouvelle aventure professionnelle : Gildas Thomas dans une société de services informatiques et Frédéric Château à l'Institut de Recherche en Informatique et Automatique. En interne, Jean-Marc le Nagard quitte la Dir et rejoint le SIS alors que Jean-Marc Brand quitte le SIS et vient renforcer l'équipe de l'Agora au Sédi. Thierry Vappereau quitte le SIS pour le SACM.

... et tu viens

Les recrutés : au Sédi Thomas Papaevangelou intègre le Ldef et va s'intéresser aux détecteurs basse pression et profilers faisceaux tandis que Florent Sureau va s'atteler au traitement du signal au sein de l'équipe SparseAstro. Au SAP Emeric Le Floc'h intègre le laboratoire cosmologie et évolution des galaxies, Fabian Schüssler au SPP rejoint le groupe Antares et Andréa Ferrero au SPhN le groupe Compass. Au SIS Yannick Drouen est recruté au Bureau d'études électrotechnique et Alexandre Bravo au Lcap va travailler sur l'injecteur d'Irfmif. Au SACM c'est à la R&D cryogénie que se consacrera Aurélien Four. Elles reviennent au Sédi à la suite d'un congé parental pour Estelle Monmarthe et d'un congé sans-solde pour Sandrine Hernando. Pierre-François Giraud est de retour au SPP à la suite d'un détachement de deux ans au Cern.

Directeur de la publication : Philippe Chomaz

Directeur scientifique : Vanina Ruhlmann-Kleider **Rédacteur en chef** : Jean-Luc Sida

Comité éditorial : Maryline Besson, Jean-Bernard Braud, Rémi Chipaux, Olivier Corpace, Philippe Daniel-Thomas, Antoine Drouart, Christian Gouiffès, Florence Hubert-Delisle, Fabien Jeanneau, François Paul Juster, Sophie Kerhoas-Cavata, Emmanuelle de Laborde, David Lhuillier, Pierre Manil, Jacques Marroncle, Vanina Ruhlmann-Kleider, Yves Sacquin, Didier Vilanova

Secrétariat : Maryline Besson

Mise en page : Christine Marteau

Crédits Photo : CEA - Cern - Deviantart - Imag'In Ifu (Alain Porcher) <http://irfu.cea.fr>

Abonnement : Sophie Chastagner Tél : 01 69 08 75 57 ou sophie.chastagner@cea.fr

Dépôt légal : juin 2010