

La Gazette de DESIRS

N°4 Décembre 2005

Préambule / en deux mots : La périodicité de la gazette s'allonge...Pourtant les sujets ne manquent pas.... Voici un numéro dont la parution tombe, comme toujours, à un moment d'intense activité pour le projet DESIRS, comme pour les 10 autres lignes de la phase I qui doivent entrer en service pour les utilisateurs en 2007. En effet, tous les éléments fonctionnels importants de la ligne qui ont fait l'objet d'un APD, avec rédaction d'un cahier de charges technique, sont en phase de fin de construction pour la plupart, et nous sommes en passe de débiter une longue série de recettes sur site. L'onduleur, livré en juillet dernier, est en cours de test. Quant à l'ensemble du matériel de SU5, le prédécesseur de DESIRS à Super-ACO/Lure, qui doit être transféré sur DESIRS – filtre à gaz, monochromateur et polarimètre -, il a été déménagé cet automne et repose en attente de montage dans l'Atelier n°1 de SOLEIL. Enfin, les deux expériences « SOLEIL » rattachées à partir de 2006 à DESIRS, SAPHIRS (chambre à jet moléculaire polyvalente) et le spectromètre par transformée de Fourier, sont en cours de jouvence.

Abstract : Here is a new issue of the DESIRS newsletter (unfortunately in French, but don't hesitate to contact us if you need any details on a given topic). We are entering now a dense activity stage for the DESIRS beamline, as well as for the other 10 beamlines of phase I that should welcome their first users in 2007. Indeed, all the main components of the beamline, which have been the subject of a technical specification book, are now in their final manufacturing stage, and we will soon start a long series of on-site testing. The undulator has been delivered to SOLEIL last July and is currently under magnetic testing. In the meantime, the components belonging to the former SU5 beamline at LURE (Super-ACO), that should be installed into DESIRS, such as the 6.65 m monochromator, the polarimeter and the gas filter, have been already moved to SOLEIL where they are stored ready to be mounted onto the beamline. Finally, note that the two endstations to be managed by DESIRS/SOLEIL, the SAPHIRS multipurpose molecular beam chamber and the VUV Fourier-Transform spectrometer, are in the process of being upgraded.

1. L'équipe DESIRS

L'équipe DESIRS se renforce encore, pour atteindre son effectif nominal, à savoir 3 chercheurs et un assistant-ingénieur. En effet, après l'intégration officielle de votre serviteur à SOLEIL en janvier 2005, Nelson de Oliveira nous a officiellement rejoint en avril dernier. Opticien de formation, Nelson a fait sa thèse avec D. Joyeux à l'Institut d'optique (IOTA) durant laquelle il a mis au point le spectromètre par Transformée de Fourier (TF) qui doit équiper DESIRS. Il sera notamment, et naturellement, en charge de cette expérience. Il est par ailleurs correspondant électronique au sein de notre équipe, et suivra bien entendu de près ce qui touche à l'optique.

2. Workshop « Haute résolution en phase diluée dans le VUV et les X-mous »

Conjointement avec Catalin Miron (responsable de la ligne X-mou PLEIADES), nous avons organisé à Orsay les 21 et 22 mars 2005 dernier, un colloque intitulé : "New trends in gas phase VUV/soft X-ray high resolution spectroscopies at SOLEIL" qui a réuni 170 participants dont un tiers venant de l'étranger. L'objectif du colloque était, d'une part, de faire connaître

les performances inégalées des lignes DESIRS et PLEIADES qui seront équipées d'instruments nouveaux (monochromateur à réseau VGD pour PLEIADES, Transformée de Fourier (TF) VUV pour DESIRS) ou transférés du LURE (monochromateur « Eagle off plane » de 6.65 m de DESIRS) et, d'autre part, d'évaluer les nouvelles perspectives ouvertes en terme de haute résolution spectrale avec ces développements. Il s'agissait donc pour DESIRS d'approfondir la prospective scientifique pour ce qui concerne le thème 1 (et dans une moindre mesure les thèmes 3 et 2) de l'Avant Projet Sommaire de la ligne tel qu'il avait été présenté au Conseil Scientifique de SOLEIL fin 2001 (cf <http://www.synchrotron-soleil.fr/francais/vie-scientifique/experiences/desirs/APS-desirs.pdf>)

Dans le domaine de l'excitation en couche de valence, la communauté d'astrophysique a manifesté son intérêt pour des spectres d'absorption de molécules ou radicaux froids et ultra-froids. La spectroscopie TF intéresse aussi bien les astrophysiciens que ceux qui s'intéressent aux atmosphères planétaires (y compris la Terre !). Côté monochromateur de 6.65 m, la combinaison de rayonnement VUV et micro-onde permettrait d'atteindre des résolutions spectrales de l'ordre du nano-eV ! En combinant la très haute résolution avec des techniques d'analyse temporelle très résolventes (PFI ou électrons de seuil) on pourra déterminer avec précision nombres de données thermodynamiques, tant sur des molécules isolées que sur des complexes réactifs à courte durée de vie, ou bien des radicaux, notamment intervenant dans les processus de combustion. L'intérêt a été souligné d'avoir simultanément un très haut pouvoir résolvant et un haut flux. Enfin les études à caractère plus fondamental comme la dynamique des états de Rydberg ou la double photoionisation au seuil profiteront directement des performances atteintes en résolution et en focalisation.

De plus amples informations sur ce colloque sont disponibles sur le site (cf http://www.synchrotron-soleil.fr/workshops/high-resolution_march2005/index.htm) qui sera prochainement mis à jour avec la liste des participants, le livret des abstracts et les conclusions.

3. L'Onduleur OPHELIE 2

Cet ondulateur électromagnétique à polarisation variable – type HU640 -, conçu au sein du groupe magnétisme de SOLEIL et construit par DanPhysik au Danemark a été livré à SOLEIL au début de l'été. Depuis, le banc de mesure magnétique très sophistiqué dédié à cette insertion hors norme (10 m de long) a fini d'être installé. Une sonde de Hall, dont la position longitudinale est repérée par une technique d'interférométrie, glisse à l'intérieur d'une chambre à vide factice similaire à celle qui sera mise en place sur l'anneau. La campagne de mesure magnétique proprement dite a pu commencer en octobre et devrait se poursuivre jusqu'à la fin janvier 2006. Il est en effet nécessaire de mesurer de nombreuses cartes de champs correspondant à des configurations différentes de cet ondulateur à 3 dimensions dont on peut ajuster de façon continue les champs B_x et B_z et leur phase longitudinale. D'ores et déjà, la linéarité du champ magnétique crête avec le courant a pu être établie, gage de facilité d'utilisation de l'ondulateur.

Outre ces mesures magnétiques, importantes pour la qualité du RS émis (flux, taux de polarisation) ainsi que pour le faisceau d'électrons (orbite fermée, effets de focalisation), des tests hydrauliques (les bobines sont refroidies par eau) et électriques (stabilité des alimentations électriques, optimisation du basculement de polarité) ont été effectués ou sont en cours. OPHELIE 2 devrait être installé sur l'anneau en février 2006 puis devrait subir par la suite un commissioning complet sous faisceau : orbite fermée, nombre d'onde, spectre (avec le mono) et polarisation (avec le polarimètre).

4. Charge thermique

Afin de gérer la charge thermique absorbée par le premier miroir (M1), de l'ordre de 120 W au maximum, un dispositif cryogénique fonctionnant à l'azote liquide va être mis en place permettant une régulation en température de M1 sur la plage 80°-100°K (domaine sur lequel le silicium –substrat de M1- présente un très faible coefficient de dilatation thermique). L'azote liquide va absorber les calories via deux blocs de cuivre au contact de M1 et sera à son tour refroidi via un échangeur par de l'hélium liquide, produit par un compresseur externe. Ce système, largement dimensionné (150 W de puissance au niveau de la tête froide) sera fabriqué par une société qui vient de livrer à SOLEIL les deux premières unités qui vont équiper deux lignes X-mou de phase 1. Les premiers tests sur ces systèmes sont concluants, permettant une commande très prochaine et une livraison au printemps.

On espère ainsi obtenir une grande stabilité thermique et donc de fonctionnement global, garantissant une utilisation optimale de la ligne surtout si l'on considère que SOLEIL sera pourvu à terme d'un système d'injection continue (topping-up) permettant un fonctionnement continu de l'anneau avec 500 mA stockés de façon constante pendant de longues périodes (plusieurs jours).

5. La ligne optique

Les miroirs qui doivent équiper la ligne sont presque tous livrés et ont été mesurés par le groupe métrologie optique de SOLEIL en terme de rugosité, planéité et rayons de courbure. Pas de mauvaises surprises pour l'instant. Reste à livrer le nouveau réseau à 200 tr/mm et les différents prototypes de miroir plan déformé M3 (profil en x^3 , ce qui représente un défi industriel) qui doit compenser certaines aberrations sphériques, compensation nécessaire à l'obtention d'un bon compromis flux/résolution.

Les différentes chambres-miroir M1M2, M_TF (branche TF), M3M4 (pré-foc), M5 (post-foc) sont en cours de fabrication et leur livraison à SOLEIL devrait s'étaler de décembre à mars 2006. Au fur et à mesure des livraisons, elles seront testées au niveau mécanique, vide et contrôle-commande. Les châssis correspondant, en granite synthétique sont en phase de fin d'étude / début de fabrication.

Quant au monochromateur, il a été transféré de Super-ACO, où il était sanctuarisé depuis l'arrêt du faisceau à LURE, jusqu'à SOLEIL où il repose sur des palettes dans un atelier de stockage – opération délicate bien préparée en amont par Bertrand Pilette et effectuée en bonne synergie avec Jobin-Yvon. Au cours du démontage, nous avons pu constater que la butée mécanique de la fente de sortie était en effet dérégulée, ce qui à terme est potentiellement dangereux puisque l'écartement de garde entre les deux lèvres n'est plus que de l'ordre de 1 micron (au lieu de 5 initialement). Une butée mécanique externe sur le vernier de contrôle devrait pallier ce problème. Par ailleurs, les deux fentes vont être motorisées et leur mouvement intégré dans le logiciel de scan. Notons que le troisième réseau, très peu dispersif (200 tr/mm) sera installé in situ lors du montage du monochromateur sur son châssis.

Par ailleurs, le filtre à gaz et le polarimètre ont été transférés sans encombre à SOLEIL où ils seront prochainement installés sur leur nouveau châssis.

Enfin, la stratégie d'alignement initial (métrologie), de commissioning et d'exploitation est bien définie. Elle comporte notamment la mise en oeuvre d'un certain nombre de diagnostics-faisceau : X-BPM (Beam Position Monitor), imageurs de faisceau d'onduleur avant et après M1M2, permettant d'observer toutes dérives d'OPHELIE2 notamment lors des switches de polarisation, des écrans fluorescents et des grilles d'or de mesure intégrale, une série de diodes 4-quadrants VUV/XUV. Tous ces diagnostics prennent place dans des chambres qui

sont elles aussi en cours de fabrication (ou d'adaptation pour les chambres pompage différentiel).

6. Pilotage / Informatique

Un cahier des charges complet du pilotage de la ligne a été validé, fixant notamment qui fait quoi et comment entre le groupe informatique/électronique d'acquisition de SOLEIL, l'équipe ligne DESIRS et les utilisateurs extérieurs.

Le pilotage de la ligne comportera d'une part un système de visualisation / sécurité / contrôle global (sous GlobalScreen), sur un PC dédié et indépendant, régissant tous ce qui est vide, vannes, sécurité radioprotection, charge thermique, le tout basé sur un automate à réponse rapide et permettant le contrôle des actions simples sur les différents actionneurs. La logique de sûreté est en cours de définition.

D'autre part, une première version du soft de contrôle et de scan de la ligne mettant en jeu de nombreux mouvements mécaniques (une vingtaine en tout) et les diagnostics a été écrit, par Gustavo Garcia, sous Igor, sur la base du cahier des charges. Il propose une enveloppe globale et une logique d'utilisation couplée des différents « devices » (onduleur, moteurs, compteur, capteurs..) dont les scripts de contrôle individuels (interfacés avec le bus TANGO) ont été développés (ou sont en passe de l'être) par le groupe Informatique Contrôle-Acquisition de SOLEIL.

Si vous avez des demandes pointues en terme de pilotage, n'hésitez pas à nous contacter pour anticiper vos besoins.

7. L'expérience SAPHIRS

L'expérience SAPHIRS (enceinte à jet moléculaire émanant d'un consortium de laboratoires fédérés à l'origine autour du LURE) sera à partir de janvier 2006 gérée par DESIRS/SOLEIL avec Gustavo Garcia comme coordinateur scientifique, qui prend le relais de Christian Alcaraz (LURE/LCP) qui a assuré cette fonction délicate depuis 2004, pendant la période sans RS en France, durant laquelle SAPHIRS a beaucoup voyagé avec différents utilisateurs (Elettra, BESSY II, source femto du DRECAM, POLA).

Après la migration sous pompage sec de l'intégralité de l'expérience (chambre-jet + chambre d'interaction), une jouvence importante du dispositif SAPHIRS est en cours. Elle concerne, d'une part la conception d'un nouveau châssis permettant un alignement rapide et précis de l'enceinte (+ déplacement sur coussins d'air pour le pré-alignement) et de l'autre la refonte majeure de l'enceinte-jet avec la mise en œuvre d'une nouvelle canne de support de buses interchangeables, avec transport jusqu'à l'échantillon de courants électriques, thermocouples, refroidissement... le tout avec un positionnement précis et reproductible et une visualisation in situ (caméra CCD). On vise à la conception d'une chambre très polyvalente permettant de travailler aussi bien avec des gaz, qu'avec des liquides ou des solides à vaporiser ou à photo-désorber avec un laser ad hoc. En concertation avec les différents groupes du consortium SAPHIRS, un cahier des charges a pu être rédigé, sous la houlette de Gustavo, à partir duquel l'étude mécanique de la jouvence, confiée à Bertrand Pilette, a débuté cet été. On devrait aboutir assez rapidement à un chiffrage précis de l'opération, puis à la phase d'étude de détails.

8. Le spectromètre à Transformée de Fourier (TF) dans le VUV

Ce spectromètre en absorption opérant dans le VUV (jusqu'à 20 ou 30 eV) est une première puisqu'il résout le problème de la transmission de la lame séparatrice utilisée en spectroscopie TF classique avec un interféromètre de Michelson à division d'amplitude, en... supprimant cette lame au profit d'une géométrie en réflexion utilisant deux prismes réfléchissants réalisant ainsi une division de front d'onde. L'un des prismes-réfecteur étant mobile, on obtient une modulation du chemin optique permettant d'obtenir un interférogramme. La principale difficulté est de coder la différence de chemin optique (de l'ordre de λ) avec une très haute précision. Le défi a été relevé par L'IOTA qui a conçu ce spectromètre (D. Joyeux et N. De Oliveira) en mettant notamment en oeuvre une technique à base d'interférométrie-laser pour ce codage.

Ce spectromètre a été validé sur SU5 où un pouvoir résolvant de 150000 ($\Delta\sigma = 0.36 \text{ cm}^{-1}$) a été mesuré vers 180-200 nm sur O_2 (bandes de Schuman-Runge) dont le spectre mesuré est en très bon accord avec la littérature (abondante dans l'UV proche, beaucoup moins au-delà ...). Contrairement aux monochromateurs à réseaux qui fonctionnent à $\Delta\lambda$ constant, on travaille en spectro TF à $\Delta\sigma$ constant. Si bien que vers 20 eV (60 nm), on devrait obtenir un pouvoir résolvant nominal de 500000, ce qui serait unique.

Suite à ce résultat instrumental très encourageant, et au fort intérêt suscité par ce spectromètre auprès de la communauté scientifique, et notamment astrophysique (cf colloque HR2005), un financement ANR sur 3 ans (projet blanc) a été obtenu confortant la collaboration sur ce sujet entre l'IOTA (resp Denis Joyeux) et SOLEIL (resp. Nelson de Oliveira). Ce financement permettra d'une part de faire migrer le spectromètre en technologie UHV, pour travailler dans le VUV sans fenêtre et sans pollution optique, ce qui n'est pas une mince affaire, et de l'autre de construire une cellule d'absorption thermostatée + jet libre avec triple pompage différentiel, un environnement-échantillon pour la définition duquel un petit groupe de travail a été mis en place.

Le spectromètre jouvencé devrait pouvoir être installé sur la ligne courant 2006, les premiers tests (et manips) sur des systèmes simples – type gaz rares- seront effectués en utilisant le filtre à gaz comme cellule d'absorption avant d'implémenter la nouvelle cellule (+ jet) dédiée en 2007/2008.

9. Servitudes / Vie sur la ligne

Les besoins en électricité (réseaux mesure, force, secours, étuvage), eau, air comprimé, Ethernet ont été clairement définis au niveau de DESIRS, et la concertation avec le groupe bâtiment/infrastructure, en charge de mettre en place les servitudes, va bientôt démarrer. Les chemins de câbles ont été aussi définis, prenant en compte la mobilité des personnes dans le périmètre de la ligne ainsi que les contraintes liées à l'usage du pont.

Par ailleurs, la cabane de vie (structure légère) qui sera implantée sur le côté du monochromateur de DESIRS va prochainement faire l'objet d'un cahier des charges. Elle devrait être un « havre de paix » au sein du hall SOLEIL, permettant de se protéger de l'environnement général du hall (bruit notamment), de stocker des effets personnels et les documents importants voire de prendre un peu de repos. Il n'est à priori pas prévu dans un premier temps de piloter la ligne et les manips depuis cette cabane (ceci se fera depuis un pupitre de contrôle situé vers le milieu de la ligne). A terme, un pilotage depuis la cabane, qui contiendra plusieurs ordinateurs, est envisageable via Ethernet, si l'on n'a pas trop à intervenir directement sur les manips ou sur la ligne.

A noter enfin qu'une aire de manips en stand-by ($\sim 5 \text{ m}^2$) permettant de mettre sous vide et de tester les expériences en attente de faisceau, est prévue sur le coté du monochromateur. Elle sera pourvue de toutes les servitudes nécessaires ainsi que d'un établi.

Enfin, nous occupons depuis quelques mois l'atelier de préparation et de stockage/tests d'expériences (dont une partie en partage avec la ligne X-mous PLEIADES) dans l'atelier n°1 situé sur le pourtour du hall de SOLEIL, très proche DESIRS. Cet atelier nous sert pour le moment de zone de stockage de tout le matériel transféré de SU5/LURE, en attente de montage sur DESIRS.

10. Planning

Soyons honnêtes, il a tendance à glisser, et ce notamment du fait d'un fort retard (+ de 6 mois) dans la livraison du bâtiment. Du coup l'ensemble du planning du projet SOLEIL glisse, et dans l'aval du projet, à savoir les lignes, on obtient un retard cumulé de l'ordre de 8 à 10 mois par rapport aux plannings prévisionnels de 2001, notamment dû à la gestion délicate de la co-activité bâtiment/anneau/lignes...mais mieux vaut glisser plutôt que de se planter, non ?

En pratique pour DESIRS les jalons principaux sont les suivants :

- janvier 2006 : montage de la cabane de radio-protection (abritant notamment M1M2)
- février : installation de l'onduleur OPHELIE 2 sur l'anneau
- janvier –mai : réception, contrôle et installation des différentes chambres-miroirs et diagnostics, mise en place du monochromateur
- printemps 2006 : premiers photons émis par SOLEIL
- été 2006 : alignement aux instruments puis sous faisceau RS
- automne 2006 : commissioning de la ligne
- premier trimestre 2007 : ouverture de DESIRS aux utilisateurs

11. Relations Utilisateurs

Le service Utilisateurs de SOLEIL se met en place. Il est coordonné par Frédérique Fraissard (frederique.fraissard@synchrotron-soleil.fr). Outre les aspects documentation (Bibliothèque – rapport d'activité), il chapeaute et coordonne de nombreuses actions vis à vis des futurs utilisateurs de SOLEIL. Parmi celle-ci :

- Le premier « users meeting » de SOLEIL aura lieu les 18 et 19 janvier prochain à l'amphithéâtre Lehmann (cf <http://www.synchrotron-soleil.fr/workshops/2006/users-meeting/>). Outre des exposés scientifiques, une table-ronde « milieu dilué » sera animée par R. Thissen et M. Vervloet. Vous êtes vivement conviés à y participer (et à vous y inscrire !).
- Selon le calendrier de montage et de commissioning des lignes, un premier « call for beamtime proposal » sera probablement diffusé autour de l'été 2006. Les projets seront déposés via une interface web.

12. Pour en savoir plus...

Sur Soleil en général : <http://www.synchrotron-soleil.fr/>

Sur Desirs : <http://www.synchrotron-soleil.fr/francais/lignes/DESIRS/DESIRS.htm>

Ce dernier site, en construction mais déjà accessible, contiendra à terme outre un volet historique (SU5), la genèse de DESIRS (APS, présentation au SAC), la présente Gazette, une fiche descriptive de la ligne, des informations aux utilisateurs et un mode d'emploi complet de la ligne.