



**SIGNATURE D'UN ACCORD DE COOPERATION ENTRE
LA SMITHSONIAN INSTITUTION, LE CNRS
ET LE SYNCHROTRON SOLEIL**

***DANS LE CADRE DE LA MISE EN PLACE D'IPANEMA,
LA PLATE-FORME DE RECHERCHE DEDIEE AUX MATERIAUX ANCIENS***

JEUDI 10 JUIN 2010



IPANEMA

ANCIENT MATERIALS RESEARCH PLATFORM

IPANEMA est la plateforme européenne de recherche dédiée à l'étude des matériaux anciens, archéologie, paléontologie, sciences de la conservation et des environnements anciens, en cours de construction au synchrotron SOLEIL.



Depuis 2006, une centaine de scientifiques des matériaux anciens se réunissent à SOLEIL pour concevoir ensemble, une structure qui réponde à leurs besoins les plus pointus en analyse photonique non-destructive. De cette réflexion mutualisée est née IPANEMA qui ouvrira ses portes en 2012.

Unique au niveau international, ce nouveau centre vient en support des laboratoires et institutions spécialisés pour leur donner accès à un large ensemble de lignes synchrotron. Les demandes sont principalement dirigées vers la micro-imagerie et l'analyse synchrotron haute résolution (rayons X, UV-visible et infrarouge).

Le projet IPANEMA comprend également la construction et l'opération d'une nouvelle ligne synchrotron de SOLEIL, PUMA, optimisée pour les matériaux anciens. À l'ouverture de la plateforme, IPANEMA aura pour rôle de soutenir le développement de travaux scientifiques sur les matériaux anciens, en hébergeant jusqu'à 25 utilisateurs scientifiques extérieurs (étudiants en thèse, post-doctorants) sur des projets de recherche à moyen terme.

La plateforme permettra de développer également des activités de formation et de diffusion des connaissances auprès des scientifiques et du grand public.

La recherche propre de l'équipe sera consacrée à de nouvelles méthodologies d'étude des matériaux anciens : nouvelles approches d'imagerie et analyse de données. Elle fera ainsi bénéficier aux équipes des matériaux anciens du dynamisme de la recherche de SOLEIL, au sein du plateau de Saclay.



FAITS ET CHIFFRES :

- ✓ **Un budget d'investissement initial de 9 M€** : CPER 2007-13 - Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (50%), Région Île-de-France (50%) ;
- ✓ **Quatre partenaires d'exploitation français** : SOLEIL, CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, Muséum national d'histoire naturelle. Une Unité propre du CNRS (UPS IPANEMA) en préfiguration de la future structure de service et de recherche ;
- ✓ **Deux partenaires internationaux** : l'agence de financement néerlandaise NWO et la Smithsonian Institution (USA), **et un soutien de la Commission Européenne** à l'accès d'utilisateurs européens (CHARISMA) ;
- ✓ **44 expériences matériaux anciens sur les lignes de SOLEIL** déjà acceptées sur la période 2008–2010 ;
- ✓ **Une équipe de préfiguration de 6 scientifiques en 2010** sur un effectif programmé de 15 permanents.

Contact scientifique : Loïc BERTRAND - +33.1.69.35.09.09

loic.bertrand@synchrotron-soleil.fr - www.synchrotron-soleil.fr/ipanema/



LE SYNCHROTRON SOLEIL
UNE SOURCE DE LUMIERE EXCEPTIONNELLE
AU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE L'INDUSTRIE

Le synchrotron SOLEIL est implanté sur le plateau de Saclay, dans un environnement universitaire et scientifique de tout premier plan.

Inauguré fin décembre 2006 et ouvert aux utilisateurs depuis janvier 2008, SOLEIL est aujourd'hui entré dans une nouvelle phase : *celle des premiers résultats par exemple, sur le diagnostic précancéreux des cellules, l'élaboration de batteries de nouvelle génération et la mise au point des mémoires des objets technologiques de demain, la détection très fine de polluants dans l'eau ou encore la recherche des origines de la vie dans les glaces polaires.*



UN OUTIL NATIONAL BIEN INSERE DANS LA PROBLEMATIQUE DE DEVELOPPEMENT LOCAL ET LARGEMENT OUVERT A LA COMMUNAUTE INTERNATIONALE

SOLEIL est le centre national de rayonnement synchrotron. Il fait partie des Très Grandes Infrastructures de Recherche financées par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, qui a soutenu SOLEIL à hauteur de près de 150 millions d'euros sur la période 2008-2010.

SOLEIL développe des partenariats avec des collectivités territoriales (la Région Ile-de-France et le Conseil général de l'Essonne, la Région Centre, la communauté urbaine de Rennes,..), comme avec de nombreuses universités dans la région parisienne et en province (Orléans, Strasbourg, Reims, Montpellier, Rennes, Nantes,...). SOLEIL est particulièrement attentif à son insertion dans le tissu local très riche en instituts de recherche, pôles de compétitivité, réseaux d'excellence... Il travaille avec de nombreux laboratoires du CNRS et du CEA, mais aussi avec l'INRA, le ministère de la Culture, le Muséum national d'Histoire naturelle...

SOLEIL est aussi très largement ouvert à la communauté internationale, notamment européenne, attirée par la qualité de ses installations et qui a représenté cette année le quart des demandes de temps de faisceau déposées.

SOLEIL, UN CENTRE DE RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE, OUVERT A L'INDUSTRIE ET AUX ENJEUX DE SOCIETE

Installation de très haute technologie, SOLEIL est à la fois une source de rayonnement dont la brillance surpasse toutes les autres sources de lumière, une plate-forme de service ouverte à toutes les communautés scientifiques et industrielles et un laboratoire de recherche à la pointe des techniques expérimentales.

Les principaux secteurs industriels concernés sont la pharmacie, la cosmétologie, la chimie, les matériaux de structure et l'alimentaire. SOLEIL met aussi fortement l'accent sur les applications à des enjeux de société avec, en tête, l'environnement, la médecine et les matériaux anciens.

SOLEIL est aussi un lieu de partage et de dialogue avec la société : création d'un bus des sciences pour rapprocher la science en train de se faire des établissements scolaires ou des lieux de vie, animation de visites du site (plus de 6000 visiteurs tout public chaque année), mallettes et ateliers d'expériences pédagogiques, participation à la création d'une télé sur le web...



THE SMITHSONIAN INSTITUTION

LE PLUS GRAND COMPLEXE AU MONDE DE MUSEES ET DE RECHERCHE

L'Institution Smithsonian compte 19 musées et galeries ainsi que le Parc Zoologique national. La Smithsonian a été fondée en 1846 par James Smithson (1765-1829), scientifique britannique, qui a légué tous ses biens à l'Etat américain pour fonder « à Washington, sous le nom de l'Institution Smithsonian, un établissement pour développer et diffuser la connaissance parmi les hommes. »



Les collections de l'Institution Smithsonian sont évaluées à 137 millions d'objets et de spécimens. La plus grande partie de cette collection - plus de 126 millions de spécimens et objets - est au sein du Muséum national d'Histoire naturelle. En outre, la Smithsonian conserve 1.5 millions d'ouvrages de bibliothèque, dont des livres extrêmement rares et 2500 m³ d'archives.

Moins de 2% des collections de la Smithsonian sont exposés dans les musées. Une part importante des collections est acquise et utilisée uniquement à des fins de recherche.

BUDGET – La part fédérale dans le budget 2008 de la Smithsonian Institution était d'environ 682 M\$. L'Institution est financée à 70% au niveau fédéral. Le reste du budget provient de contributions privées (sociétés, fondations personnes privées) et des revenus directs de la Smithsonian (boutiques, restaurants, cinémas Imax, catalogues...).

FREQUENTATION - plus de 25 millions de visiteurs pour les musées et le Zoo national en 2008. L'entrée dans tous les musées de la Smithsonian à Washington est gratuite. Les musées sont ouverts tous les jours. (La Smithsonian est fermée le jour de Noël.)

MUSEES AFFILIES AU SMITHSONIAN – par l'intermédiaire de son programme de prêt à long terme de ses collections, la Smithsonian partage ses collections et son expertise avec des musées dans tout le pays. Il y a ainsi plus de 161 musées affiliés dans 41 états, Washington D.C., Panama et Porto Rico.

EXPOSITIONS ITINERANTES – le service des expositions itinérantes de la Smithsonian (SITES) organise des expositions itinérantes dans les musées partout dans le pays. En 2008, les SITES ont prêté 58 expositions à 510 musées.

INSTALLATIONS DE RECHERCHE – Elles comprennent les Archives d'Art Américain, le Centre de conservation et de recherche du Zoo national, Smithsonian, l'Observatoire d'astrophysique, le Centre Smithsonian de recherches environnementales, l'Institut de Conservation du Musée, les Bibliothèques de la Smithsonian Institution, les Archives de la Smithsonian Institution, l'Institut Smithsonian de recherches Tropicales et la Station Marine au Fort Pierce, Floride.



Web site—www.smithsonian.org



www.cnrs.fr

LE CNRS

Le **Centre national de la recherche scientifique** est un organisme public de recherche (Etablissement public à caractère scientifique et technologique) placé sous la tutelle du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Il produit du savoir et met ce savoir au service de la société.

Avec plus de 32 000 personnes (dont 26 000 statutaires - 11 600 chercheurs et 14 400 ingénieurs, techniciens et administratifs), un budget 2009 de 3,367 milliards d'euros dont 607 millions d'euros de ressources propres, une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1200 unités de recherche et de service.

Des chercheurs éminents ont travaillé, à un moment ou à un autre de leur carrière, dans des laboratoires du CNRS. Avec 16 lauréats du prix Nobel et 9 de la Médaille Fields, le CNRS a une longue tradition d'excellence.

Présent dans tous les champs de la connaissance

Principal organisme de recherche à caractère pluridisciplinaire en France, le CNRS mène des recherches dans l'ensemble des domaines scientifiques, technologiques et sociétaux. Il couvre la totalité de la palette des champs scientifiques, qu'il s'agisse des mathématiques, de la physique, des sciences et technologies de l'information et de la communication, de la physique nucléaire et des hautes énergies, des sciences de la planète et de l'Univers, de la chimie, des sciences du vivant, des sciences humaines et sociales, des sciences de l'environnement ou des sciences de l'ingénierie.

Le CNRS est présent dans toutes les disciplines majeures regroupées au sein de dix instituts dont deux sont nationaux :

- Institut de chimie (INC)
- Institut écologie et environnement (INEE)
- Institut de physique (INP)
- Institut national de physique nucléaire et physique des particules (IN2P3)
- Institut des sciences biologiques (INSB)
- Institut des sciences humaines et sociales (INSHS)
- Institut des sciences informatiques et de leurs interactions (INS2I)
- Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (INSIS)
- Institut des sciences mathématiques et de leurs interactions (INSMI)
- Institut national des sciences de l'univers (INSU)

Le CNRS développe, de façon privilégiée, des collaborations entre spécialistes de différentes disciplines, et tout particulièrement avec l'université, ouvrant ainsi de nouveaux champs d'investigations qui permettent de répondre aux besoins de l'économie et de la société. Des actions interdisciplinaires de recherche sont notamment menées dans les domaines suivants : «Le Vivant et ses enjeux sociaux», «Information, communication et connaissance», «Environnement, énergie et développement durable», «Nanosciences, nanotechnologies, matériaux», «Astroparticules : des particules à l'Univers».

ANNEXE

LES METHODES SYNCHROTRON POUR LES MATERIAUX ANCIENS

IPANEMA soutient l'accès des scientifiques à un large ensemble de lignes synchrotron. Les demandes sont principalement dirigées vers les méthodes de micro-imagerie (X et infrarouge), d'absorption et de diffraction de rayons X. À terme, SOLEIL offrira également l'accès à des méthodes d'imagerie 3D par micro-tomographie de rayons X. Le projet IPANEMA comprend également la construction et l'opération d'une nouvelle ligne de SOLEIL : PUMA, optimisée pour les matériaux anciens.

PUMA, UNE LIGNE OPTIMISEE POUR LES MATERIAUX ANCIENS

UNE LIGNE, DEUX BRANCHES D'IMAGERIE

Le projet de ligne PUMA (Photons Utilisés pour les Matériaux Anciens) visera à alimenter deux branches expérimentales: l'une de spectro-microscopie X durs (imagerie 2D et microanalyses ponctuelles), l'autre de micro-tomographie X durs (imagerie 3D).

Le schéma optique permettra l'utilisation simultanée et indépendante des deux branches. Les deux branches viseront une résolution de l'ordre du micromètre.

La ligne sera optimisée pour minimiser les temps de réglage et permettre la mesure de larges collections d'échantillons.

L'ouverture de la ligne est prévue en 2012/2013.

Des objectifs définis par les communautés

En matière d'équipement synchrotron, la priorité établie par les disciplines est l'imagerie 2D et 3D de rayons X. Ces méthodes d'imagerie sont en effet les plus demandées pour comprendre la morphologie, la composition, la structure selon les priorités des matériaux anciens.

Absorption et diffraction de rayons X

L'absorption de rayons X est employée afin de déterminer les environnements électroniques et atomiques d'un élément donné à travers deux méthodes : l'étude de l'absorption des rayons X au voisinage du seuil (ou X-ray absorption near edge absorption, XANES) et celle de la structure fine de l'absorption de rayons X (ou extended X-ray absorption fine structure, EXAFS). En archéométrie, histoire de l'art ou en conservation, ces méthodes sont principalement employées afin de déterminer précisément l'environnement d'atomes donnés, souvent pour confirmer leur état d'oxydation ou pour identifier un composé chimique à partir de références. Les distances précises aux premiers voisins peuvent être déterminées.

Lignes correspondantes sur SOLEIL :

- SAMBA, pour la spectroscopie d'absorption de rayons X durs
- DIFFABS, LUCIA, NANOSCOPIUM en mode micro-imagerie

La diffraction de rayons X est employée afin d'identifier les constituants cristallins d'un échantillon (poudre, coupe mince, échantillons massif) ou pour déterminer la structure à l'échelle atomique d'un composé cristallin. L'analyse poussée permet d'accéder à la taille des domaines cristallins, à la texture (orientation préférentielle), aux défauts de structure, etc. et peut ainsi révéler des traitements thermiques ou mécaniques (cuisson, martelage...) Les exemples dans le domaine du patrimoine portent notamment sur le suivi in-situ de la préparation de pigments, sur l'analyse de poudres cosmétiques anciennes, etc.

Lignes correspondantes sur SOLEIL :

- CRISTAL, pour la diffraction de rayons X durs
- DIFFABS, NANOSCOPIUM en mode micro-imagerie

La diffusion de rayons X aux petits angles est principalement employée pour déterminer l'organisation 'supramoléculaire' de fibres anciennes (protéines, cellulose...) dans les textiles, parchemins, papiers anciens et restes d'origine humaine, ou afin de déterminer la distribution de pores dans un échantillon. Cette méthode est également utilisée pour l'identification de fibres dans un état dégradé, pour évaluer l'état de conservation de textiles ou pour clarifier des processus diagénétiques.

Lignes correspondantes sur SOLEIL :

- SWING, pour la diffusion de rayons X durs

Microtomographie de rayons X

Certaines spécificités du rayonnement synchrotron (monochromaticité, très forte intensité, faisceau quasi-parallèle et cohérence) sont particulièrement adaptées à l'étude d'échantillons difficiles à imager à l'aide d'équipements conventionnels de radiographie et de tomographie. En particulier, l'effet de 'durcissement de faisceau' dû à la polychromaticité des sources de rayons X de laboratoire est supprimé et le contraste de matériaux relativement homogènes en densité peut être fortement augmenté en mode 'contraste de phase'. De nombreux travaux récents sur les lignes de tomographie synchrotron ont porté sur des échantillons paléontologiques.

Ligne correspondante sur SOLEIL :

- PUMA
- PSICHE, pour la micro-tomographie de rayons X durs en contraste d'absorption (ouverture 2011)

Les microfaisceaux infrarouge, UV-visible et de rayons X (c.à.d. les faisceaux d'un diamètre de l'ordre du micromètre, ou inférieur) sont employés soit pour des analyses ponctuelles sur micro-prélèvements soit pour l'acquisition de cartographies de balayage 2D (voire 3D). De telles cartographies permettent d'accéder à la composition (fluorescence de rayons X), la chimie locale (absorption de rayons X, microscopie infrarouge) et la structure (diffraction de rayons X) à une échelle du micromètre, informations cruciales pour la compréhension des matériaux, l'étude de leur vieillissement et des traitements qui leur sont (ou ont été) appliqués.

Sur les lignes synchrotron multi-techniques, les différents niveaux d'information peuvent être collectés au même point d'acquisition. En diminuant la taille du faisceau, il est possible de réduire la complexité de l'analyse d'un matériau hétérogène, le nombre d'espèces contribuant à chaque spectre tendant lui-même à diminuer.

Lignes correspondantes sur SOLEIL :

- PUMA
- SMIS, pour la spectro-microscopie infrarouge (ligne ouverte)
- LUCIA, pour la micro-imagerie de rayons X tendres (ligne ouverte)
- DIFFABS, pour la micro-diffraction et micro-absorption de rayons X durs (ligne ouverte)=
- DISCO, pour l'imagerie UV-visible (ligne ouverte)
- NANOSCOPIUM, pour la micro-imagerie de rayons X durs (ouverture 2012)