



## LE JOURNAL DE SOLEIL n°5

---

### EDITORIAL

*Après une longue interruption (dernier numéro en Avril 98), l'équipe SOLEIL est heureuse de pouvoir reprendre la publication régulière du « Rayon de SOLEIL » dans un contexte complètement différent. Cette lettre vous permettra de vous tenir informé régulièrement de l'avancée du projet SOLEIL, visant à doter la communauté scientifique d'un centre de rayonnement synchrotron de troisième génération. Cette lettre, ainsi qu'un maximum d'informations seront disponibles sur le site WEB : [www.SOLEIL.u-psud.fr](http://www.SOLEIL.u-psud.fr). Ce numéro du rayon de SOLEIL est l'occasion d'initier le processus de réactualisation du programme expérimental de SOLEIL auquel nous espérons que vous participerez activement. N'hésitez pas à diffuser largement ce journal..*

---

### LE MOT DU DIRECTEUR

Le 12 Septembre 2000, le Ministre de la Recherche, Roger-Gérard Schwarzenberg, a enfin annoncé la décision de construire SOLEIL. Cette décision qui était attendue depuis la remise du rapport final d'Avant-Projet Détaillé (APD), il y a près de deux ans, a été obtenue à la suite d'une longue et rude bataille contre les a priori non scientifiques du précédent Ministre. Cette bataille a été menée sur divers fronts, le front scientifique avec la réponse massive des scientifiques de toutes disciplines, utilisateurs ou non du rayonnement synchrotron, mais aussi sur les fronts politique et médiatique. Nous souhaitons profiter de ce Rayon de Soleil pour remercier toutes celles et tous ceux qui y ont contribué à titre personnel ou en tant que membre d'une société savante, d'une association ou d'une collectivité locale, et en premier lieu les personnels techniques et scientifiques de LURE dont le rôle a été essentiel et tous les scientifiques utilisateurs de rayonnement synchrotron ou non sans la mobilisation desquels cette bataille n'aurait pas été gagnée. Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements, et ceux de tous les scientifiques futurs utilisateurs de SOLEIL, au Conseil Régional d'Ile de France et au Conseil Général de l'Essonne pour leur effort financier très important (contribution de 1.2 milliard de francs à l'essentiel des coûts d'investissement du projet).

Les points essentiels de la décision du Ministre sont :

- 1) la validation du projet préparé pendant la phase d'APD et décrit en détail dans le rapport d'APD (disponible sur le web), à savoir :
  - une machine de troisième génération de 2.5 GeV qui soit capable de fonctionner à 2.75 GeV, avec 16 sections droites dont 14 utilisables par des onduleurs.
  - 24 lignes de lumière financées dont au moins 10 à l'issue de la phase de construction ( phase 1)
- 2) la localisation dans la région parisienne, sur le plateau de Saclay.
- 3) la construction et l'exploitation ultérieure dans le cadre d'une société civile ayant un statut proche de celui de l'ESRF.

La structure de l'équipe Projet SOLEIL et son organigramme seront très conformes à ce qui a été prévu dans le rapport de l'APD. Le noyau initial de l'équipe SOLEIL est en cours de formation et devrait être opérationnel au second trimestre 2001.

Jean-Marc Filhol, précédemment Directeur de la Division Machine à l'ESRF, a été nommé Directeur des Sources et Infrastructures. Il sera directeur adjoint du projet SOLEIL pendant la phase de construction, dite phase I. Il sera assisté de Marie-Paule Level, précédemment responsable du département « anneaux » de LURE et responsable du programme « Sources » de l'APD SOLEIL, qui sera son adjointe et sera plus spécialement en charge du projet de l'anneau de stockage. Les responsables des divers groupes techniques sont en cours de recrutement. La plupart ont déjà participé à l'APD.

Michèle Sauvage-Simkin, actuellement Directeur de Recherches au laboratoire de Minéralogie-Cristallographie de Paris et responsable de l'expérience de Cristallographie des Surfaces au LURE, a été nommée directeur scientifique. Elle sera assistée de coordinateurs en charge de grands domaines scientifiques. Paul Morin (physique et chimie en phase gazeuse) et Dominique Chandèsris (matière condensée, volume et surfaces) qui ont été précédemment les deux responsables du programme « Expériences » de l'APD SOLEIL ont accepté de faire partie de l'équipe. Leur participation tout comme celle de Marie-Paule Level, assurera la continuité avec les travaux effectués pendant l'APD.

Les responsables principaux de la Direction de l'Administration (Directeur, Responsable Finances et Achats, Responsable des Ressources Humaines) sont en cours de sélection. La formation rapide du noyau de l'équipe administrative de SOLEIL est un des points critiques dans le planning des mois à venir. Elle doit en effet être en mesure d'assurer les actes de passage et facturation de commandes et de gestion des personnels propres ou affectés dès le jour où la Société Civile SOLEIL sera créée.

Le service Informatique qui sera dirigé par Brigitte Gagey (précédemment responsable de l'informatique au DRECAM-CEA) sera au service de ces trois directions, y compris pour la gestion, et rassemblera toutes les compétences nécessaires, avec un schéma organisationnel adéquat. Il en sera de même pour les Services Techniques qui travailleront simultanément pour les deux directions des Sources et des Expériences et dont le responsable est en cours de sélection.

Le choix du site du plateau de Saclay pour la construction de SOLEIL (voir figure 1) est un signe de confiance de nos tutelles quant aux compétences nécessaires à la réalisation de ce projet. La tâche qui nous incombe est vaste mais enthousiasmante. J'ai toute confiance dans la compétence et le dynamisme des personnels impliqués pour mener à bien ce projet ambitieux.

*D.Raoux*  
*Directeur du Projet*

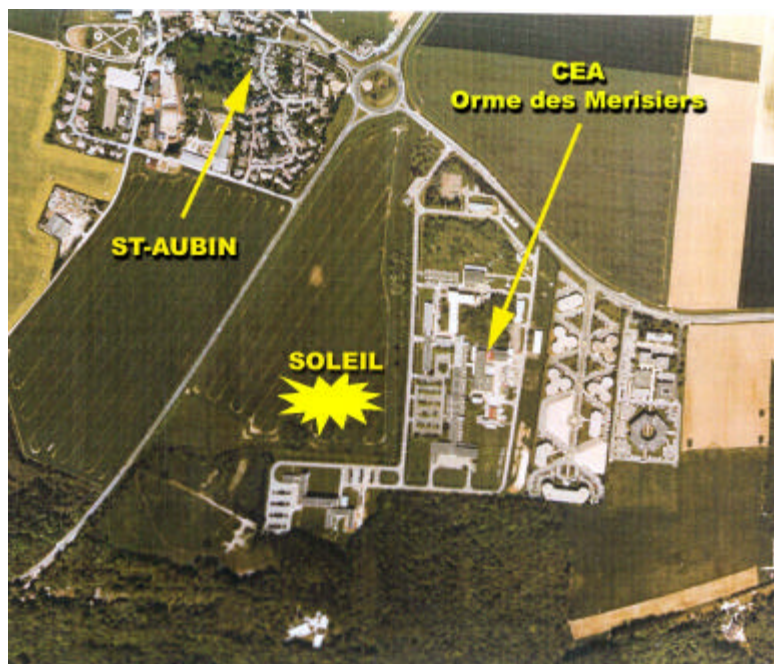


Figure 1 : Implantation sur le site de Saclay

---

## **ORGANISATION GENERALE**

Dans la période transitoire de reprise du projet, un groupe de projet est constitué, dirigé par D.Raoux. Le CNRS et le CEA ont créé respectivement une Unité Propre de Service et une Unité de Gestion du Personnel provisoires. Le projet SOLEIL est doté d'un Comité de pilotage représentant les tutelles (CEA, CNRS) auquel participe le Ministère de la Recherche et les futurs partenaires étrangers. Ce comité de pilotage est composé de I.Nenner, présidente, A.Fontaine, vice président, J.C.Bernier, G.Carola, F.Fabre et J.Sevin. Un Conseil Scientifique et un Comité Machines sont en cours de constitution. Dans la période transitoire, en attendant la création de la structure juridique de l'entité SOLEIL (société civile), le CEA assure la maîtrise d'ouvrage.

---

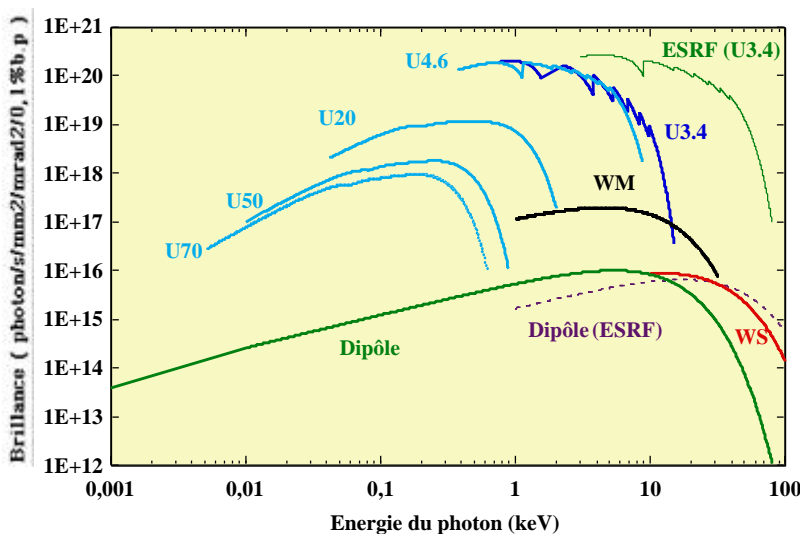
## DIVISION SOURCES

### Choix de l'énergie

L'énergie nominale choisie pour SOLEIL **2,5 GeV**, avec une utilisation possible à 2,75 GeV et éventuellement à 1,5 GeV (option LEL) a été réexaminée en tenant compte de l'évolution de la demande des utilisateurs, ainsi que de celle des techniques des sources. SOLEIL a été conçu de manière à satisfaire les besoins d'une communauté d'utilisateurs très étendue dont les besoins vont des photons de basse énergie (VUV) aux rayons X. La gamme d'énergie de photons produits dans les onduleurs (à partir de 10 eV voire 5 eV) a du être élargie vers les hautes énergies (jusqu'à 20 keV) domaine où la demande est en forte progression, en particulier, pour les besoins de la cristallographie des protéines.

La figure de mérite des machines de 3ème génération est la brillance, mais pour pouvoir en bénéficier, la durée de vie ainsi que la puissance émise sur les optiques doivent également être optimisées.

L'énergie des photons est déterminée par l'énergie de la machine mais également par la période et le champ des onduleurs (plus la période est petite, plus l'énergie des photons est élevée). On peut donc, pour une même énergie de machine, couvrir une gamme d'énergie de photons extrêmement grande avec des onduleurs de périodes différentes. Par ailleurs, comme la durée de vie du faisceau croît plus vite que le carré de l'énergie, on a tout intérêt à avoir une énergie de machine suffisamment élevée, supérieure à 2 GeV, quitte à utiliser des onduleurs de grandes périodes (et donc de grandes longueurs) pour couvrir le domaine VUV. SOLEIL, qui possède 3 sections droites de 14 m, permettra donc d'installer des onduleurs ayant un nombre suffisant de périodes pour fournir des faisceaux de grande brillance dans ce domaine. Par contre, une énergie nettement plus élevée conduirait à des onduleurs trop longs ou à une dégradation inacceptable des optiques des lignes VUV due à la puissance émise. Par exemple, pour un onduleur d'une longueur donnée, le passage de 2,5 à 3,0 GeV entraîne un doublement de la puissance totale et un quasi triplement de la densité de puissance. Un bon candidat, pour produire sur SOLEIL des photons de 5 eV, pourrait être un onduleur de 10 m de long ayant une période de 70 cm. La puissance émise de 150 W à 2,5 GeV et 220 W à 2,75 GeV reste tolérable pour les optiques.



U3.4 :	période = 3,4cm	N = 150	Kmax = 1,6
U4.6 :	période = 4,6 cm	N = 150	Kmax = 2,2
U20 :	période = 20 cm	N = 50	Kmax = 3,5
U50 :	période = 50 cm	N = 20	Kmax = 3,9
U70 :	période = 70cm	N = 14	Kmax = 5,65
WM :	période = 12,5 cm	N = 48	Kmax = 15
WS :	wiggler supraconducteur	Bmax = 3,5 T	

Figure 2 : Brillance de SOLEIL dans tout le domaine d'énergie

Pour atteindre le domaine des X, on utilisera des onduleurs de courte période. Le choix des paramètres se fera suivant l'accordabilité et l'énergie des photons désirées mais également en tenant compte des conséquences sur la durée de vie du faisceau. En effet, pour conserver un champ suffisant, l'entrefer doit diminuer lorsque la période diminue et la durée de vie sur le gaz résiduel peut en être affectée. Il faudra réduire la taille de l'onduleur et éventuellement modifier l'optique localement.

A 2,5 GeV, pour une longueur d'onduleur de 6 m, l'entrefer assurant une bonne durée de vie pour l'optique nominale, est de 15 mm (entrefer nominal). Un onduleur de période 4,6 cm fournira un spectre continu entre 350 eV et 6 keV avec un maximum de brillance proche de  $2 \cdot 10^{20}$  en unité standard autour de 1 keV. Un onduleur de période 3,4 cm aura un spectre continu à partir de 2 keV (3ème harmonique) jusqu'à environ 10 keV avec une brillance d'environ  $10^{19}$  (11ème et 13ème harmoniques). Notons cependant, que la brillance "effective" sera significativement dégradée par la divergence du faisceau d'électrons sur ces harmoniques élevées.

Pour atteindre des énergies plus élevées, on pourra choisir un onduleur de période 2,5 cm. L'entrefer devra être réduit à 11mm et la longueur de l'onduleur à 4,6 m. On obtient  $2,5 \cdot 10^{18}$  à 13 keV (9ème harmonique). A **2,75 GeV** la brillance de ce même onduleur atteindra respectivement  $1,7 \cdot 10^{19}$  pour 13 keV (9ème harmonique) et  $5 \cdot 10^{18}$  pour 18 keV (13ème harmonique). Enfin un onduleur "sous vide" (entrefer de 4 mm, longueur de 1,3 m) permettra d'atteindre une brillance de  $10^{19}$  à 20 keV (5ème harmonique) pour un fonctionnement à 2,75 GeV. Dans ce cas, l'optique devra être localement modifiée ( $\beta_z$  doit décroître de 1,3 m à 0,65 m). Il apparaît donc que SOLEIL, compte tenu de ses caractéristiques et également du développement technique des nouvelles insertions pourra répondre aux besoins des 2 communautés VUV-X en produisant des faisceaux de grande brillance dans la gamme 5 eV-20 keV.

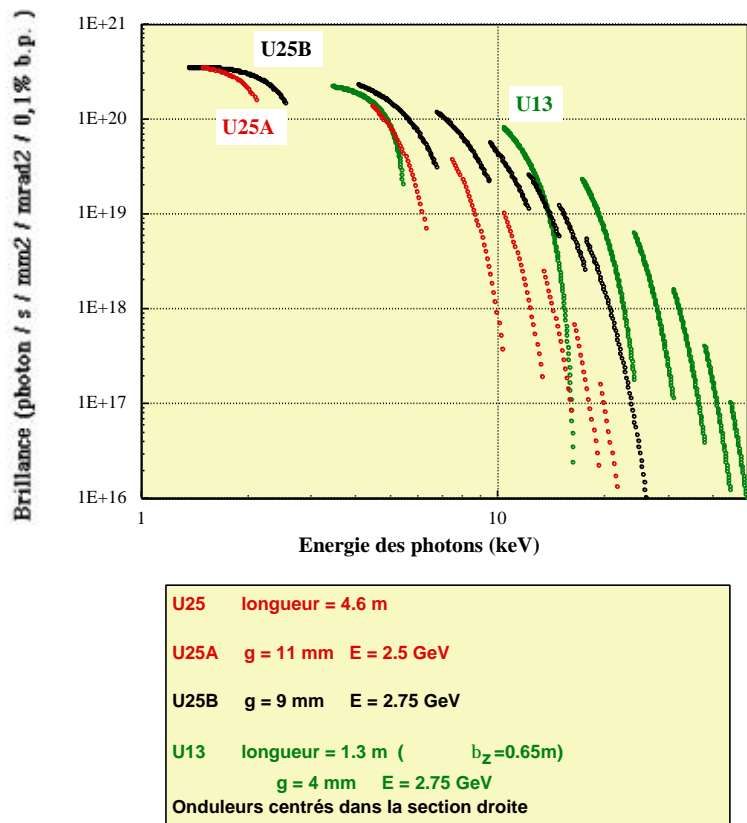


Figure 3 : Onduleurs pour le domaine des rayons X

Les figures 2 et 3 résument les performances ainsi obtenues. L'énergie principale de fonctionnement (2.5 ou 2.75 GeV), devra être choisie pour procurer les meilleures performances au plus grand nombre de lignes de lumière.

#### Les insertions pour la lumière polarisée

Un grand nombre d'expériences nécessite de disposer de lumière polarisée variable. Outre la possibilité bien connue d'obtenir, hors plan médian de l'aimant de courbure de la polarisation circulaire, SOLEIL pourra offrir un rayonnement de lumière polarisée variable, issu des onduleurs dans la gamme 5 eV-3 keV .

Pour les faibles énergies de photons, on choisira un onduleur elliptique de grande période, à aimants permanents pour le champ vertical et électromagnétique pour le champ horizontal. Le champ horizontal pourra être inversé jusqu'à une fréquence de 10 Hz voire plus.

Pour les énergies moyennes, l'expérience acquise sur les machines en fonctionnement privilégie le design type APPLE-2 compte tenu de ses caractéristiques :

- un champ élevé qui assure une bonne accordabilité,
- la possibilité d'obtenir tout type de polarisation, y compris la polarisation linéaire à angle variable.
- Une symétrie suffisante du champ pour ne pas induire de défauts d'orbite de second ordre sur le faisceau d'électrons.

Notons cependant que la qualité du champ transverse doit éventuellement être nettement améliorée pour ne pas détériorer l'acceptance dynamique et la durée de vie des faisceaux.

Du fait de la nature mécanique du système, l'inversion du champ pourra être réalisée à la fréquence maximum de de 0.1 Hz. Pour obtenir des fréquences plus grandes, on pourrait, par exemple, installer deux onduleurs dans une même section, produisant deux polarisations inversées, combinés à un " chopper " qui fera la sélection à une fréquence très rapide (~ 1 kHz).

Au delà de 3 keV, des wigglers asymétriques ou des onduleurs conventionnels associés à des lames quart d'onde peuvent être utilisés.

---

## DIVISION EXPERIENCES

Le planning de construction de SOLEIL devrait permettre de disposer des premiers photons aux alentours de 2005. Il est donc grand temps de reprendre la réflexion sur les lignes de lumière prévues dans le programme scientifique de SOLEIL.

Lors de la phase APD SOLEIL, qui prit fin en avril 1999, le Conseil Scientifique SOLEIL avait validé la sélection de 13 projets de lignes de lumière dont 10 correspondent à la phase I du projet (6 nouvelles, 4 transférées de LURE) et 3 au début de la phase 2. Lors de sa dernière réunion, le conseil d'Administration SOLEIL, a approuvé les recommandations du Conseil Scientifique. Ces projets de lignes sont décrits dans le document final d'APD (le rapport d'APD est un document disponible sur le web à l'adresse : <http://www.SOLEIL.u-psud.fr/Soleil/index.htm>).

La phase actuelle de reprise d'APD nécessite de réactualiser partiellement le programme expérimental de SOLEIL, tant du point de vue scientifique que technique. En effet l'utilisation accrue du rayonnement synchrotron sur sources de troisième génération a permis de réaliser ou d'envisager des développements instrumentaux importants qu'il faut maintenant prendre en compte, tant en ce qui concerne les sources (onduleurs "minigap" sous vide, etc.) que les montages expérimentaux (détecteurs, optiques, etc.). Par ailleurs, les demandes d'utilisation du RS ont évolué depuis la rédaction de l'argumentaire scientifique de SOLEIL (novembre 96). Les besoins de certaines communautés ont crû ou évolué qualitativement. C'est notamment le cas pour les sciences du vivant et celles de l'environnement et de l'univers. La forte mobilisation de la communauté scientifique pour obtenir la réalisation de SOLEIL a d'ailleurs bien montré la diversité de la demande. De nouvelles méthodes d'études se sont aussi développées, notamment diverses techniques d'imagerie, l'utilisation de la cohérence des faisceaux X, etc. Il est capital que le programme expérimental de SOLEIL soit réactualisé pour répondre le mieux possible à ces besoins.

Cette actualisation du programme expérimental doit d'abord être basée sur l'expression des besoins de la communauté. Elle doit aussi se faire dans un cadre relativement structuré, coordonné à SOLEIL par Michèle Sauvage-Simkin, et tenant compte des nouveaux développements dans la conception des lignes de lumière et des détecteurs. Voici le planning et le cadre général que nous proposons :

**Premier semestre 2001** : réunions de groupes de travail thématiques. Le but de ces réunions sera d'identifier précisément les communautés intéressées et leurs besoins et d'élargir si nécessaire le cercle des utilisateurs concernés, puis de définir pour chaque proposition de ligne un APS (avant projet sommaire) de la ligne et des montages expérimentaux.

**L'APS d'une ligne** de lumière doit définir :

1. Les objectifs scientifiques de la ligne et les communautés concernées
2. Les caractéristiques techniques
  - les caractéristiques de la source (pour cela contacter éventuellement la division " Source " de SOLEIL dont les coordonnées seront bientôt disponibles sur le web, et dès maintenant ses responsables J.M Filhol et M.P. Level) : type de source (aimant de courbure, onduleur, wiggler), polarisation, flux, brillance, puissance délivrée, accordabilité de la longueur d'onde émise en temps réel
  - estimation des besoins en structure temporelle ou mode de fonctionnement particulier de la machine
  - les caractéristiques optiques de la ligne, monochromateur + pré et post focalisation (contacter éventuellement la division " Expériences " de SOLEIL) : schéma de principe, résolution et flux attendus, caractéristiques de focalisation du faisceau.
  - le descriptif des différents montages expérimentaux envisagés : environnement d'échantillon, versatilité des montages, éléments optionnels à confirmer plus tard
  - l'estimation des besoins particuliers pour l'acquisition des données : électronique, informatique, détecteurs
  - un schéma provisoire d'implantation de la ligne en précisant les contraintes sur l'environnement (stabilité mécanique, thermique particulières, contraintes de sécurité spécifiques....)
  - besoins en salles de préparation annexes

### 3. les personnes impliquées

- les équipes (laboratoires) prêtes à s'investir dans la construction de la ligne ou de parties d'appareillage et la définition des tâches sur lesquelles elles sont prêtes à s'engager. Identifier les chercheurs associés potentiels
- proposer un interlocuteur avec le groupe de Projet SOLEIL qui soit le porte-parole du projet de ligne jusqu'à sa validation par le Conseil Scientifique de SOLEIL.

#### **Pour les lignes qui seront construites en phase I**

- **été 2001** : production d'un document de synthèse sanctionnant la fin de cette phase APS. Il devra inclure une estimation des coûts.
- **fin 2001** : validation par le Conseil Scientifique SOLEIL du projet
- **début 2002** : le projet sélectionné entre en phase APD (Avant Projet Détaillé) avec la désignation d'un chef de projet. Les coûts, échéanciers, caractéristiques techniques, besoins en personnels sont alors affinés.
- **2003-2004** : construction de la ligne
- **mi 2005** : premiers photons – tests de la ligne et des montages expérimentaux
- **début 2006** : ouverture aux utilisateurs

#### **Pour les lignes qui seront construites en phase II**

Le scénario est similaire, mais décalé par tranches de six mois.

Pendant cette phase, il est important que toutes les communautés scientifiques concernées soient largement consultées. En particulier, il faut noter qu'un projet scientifique appuyé par une large communauté d'utilisateurs ne se proposant pas comme constructeurs de ligne pourrait être validé par le Conseil Scientifique avec mission au groupe de projet d'assurer la mise en place des outils d'expériences nécessaires. Nous nous proposons donc de coordonner la diffusion des informations. Par exemple, tous les documents relatifs aux différents groupes de travail (agenda, compte rendu etc...) seront disponibles sur le futur site web de SOLEIL. Sur ce même site, les coordonnées des correspondants SOLEIL pour les différents groupes techniques seront disponibles. Nous espérons vivement que cette phase de travail sera l'occasion d'une réflexion commune large et ouverte qui se poursuivra dans des collaborations fructueuses au sein de SOLEIL.

---

## CONTACTS

Le groupe de Projet est provisoirement hébergé dans les locaux de LURE à l'adresse suivante :

SOLEIL  
LURE Bat 209D  
Centre Universitaire Paris-Sud  
BP 34  
91898 ORSAY Cedex

Adresses électroniques :

[Raoux@soleil.u-psud.fr](mailto:Raoux@soleil.u-psud.fr)  
[Sauvage@soleil.u-psud.fr](mailto:Sauvage@soleil.u-psud.fr)

[Filhol@soleil.u-psud.fr](mailto:Filhol@soleil.u-psud.fr)  
[Level@Soleil.u-psud.fr](mailto:Level@Soleil.u-psud.fr)

[Chandesris@soleil.u-psud.fr](mailto:Chandesris@soleil.u-psud.fr)  
[Morin@soleil.u-psud.fr](mailto:Morin@soleil.u-psud.fr)

Adresse WEB [http:// www.soleil.u-psud.fr](http://www.soleil.u-psud.fr)

*Si vous désirez recevoir les parutions ultérieures de cette lettre par courrier électronique, veuillez nous en faire la demande par courrier électronique, à l'adresse suivante : [payo@soleil.u-psud.fr](mailto:payo@soleil.u-psud.fr)*