

Message

concernant la construction de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) à l'Institut Paul Scherrer (IPS) à Villigen

du 20 novembre 1996

Messieurs les Présidents, Mesdames et Messieurs,

Nous vous soumettons le projet d'arrêté fédéral concernant la construction de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) à l'Institut Paul Scherrer (IPS) à Villigen. et vous proposons de l'approuver.

Nous vous demandons par ailleurs de classer l'intervention parlementaire suivante:

1994 P 94.3125 Source de Lumière Synchrotron Suisse: analyse coût/utilité
(N 7.10.94, Haering Binder)

Nous vous prions d'agréer, Messieurs les Présidents, Mesdames et Messieurs, l'assurance de notre haute considération.

20 novembre 1996

Au nom du Conseil fédéral suisse:

Le président de la Confédération, Delamuraz
Le chancelier de la Confédération, Couchepin

Condensé

Par le présent message, le Conseil fédéral propose aux Chambres fédérales deux crédits d'engagement d'un montant total de 159 millions de francs pour la construction de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) à l'Institut Paul Scherrer (IPS), sur le site de Villigen. Les moyens financiers sont inscrits dans le budget et le plan financier du domaine des EPF et dans le plan d'investissement des constructions civiles de l'Administration fédérale des finances. Ils n'entraînent aucune charge supplémentaire du budget fédéral. Les fonds provenant du domaine des EPF seront mis à disposition grâce à des réallocations internes.

La SLS est un accélérateur d'électrons qui produit un rayonnement électromagnétique d'un spectre allant de la lumière ultraviolette jusqu'au domaine des rayons X durs. Elle sert à la recherche dans les domaines de la biologie, de la médecine, de la chimie, des sciences des matériaux et de la physique. L'IPS a développé une conception qui la met au premier rang sur le plan mondial. C'est un grand projet, qui revêt une importance notable pour la stratégie de la recherche de notre pays. Il contribue à préserver la place de la Suisse dans les sciences et les techniques et attire ainsi de chercheurs de qualité. Cette installation donne accès aux découvertes les plus récentes dans des branches des sciences naturelles et de l'ingénieur ayant un impact marqué sur la recherche et l'emploi en Suisse. Après un examen approfondi du projet, le Fonds national suisse de la recherche scientifique et le Conseil suisse de la science se sont déclarés favorables à la réalisation de la SLS. Ils relèvent que l'excellente qualité de cet ouvrage d'avant-garde lui assurera un rayonnement qui dépassera largement nos frontières. Des experts internationaux, issus des milieux industriels et universitaires, ont également émis des avis favorables.

Il était prévu d'installer la SLS à l'IPS, à Villigen (Argovie), mais le Canton de Neuchâtel ayant également fait part de son intérêt, le Département fédéral de l'intérieur a chargé le Conseil des EPF de procéder à une étude d'implantation tenant compte des aspects architecturaux, de la fonctionnalité des installations en service, des répercussions sur le calendrier et le budget ainsi que des implications sur la recherche scientifique et l'activité économique. L'expertise a montré que le site de Villigen est préférable à celui de Cernier, dans le canton de Neuchâtel. Le canton de Glaris a lui aussi posé sa candidature et soumis une proposition d'implantation. La décision du Conseil fédéral en faveur de Villigen est motivée essentiellement par les notables synergies scientifiques que l'on peut attendre de la réunion à Villigen de la source de neutrons de spallation (SINQ) et de la source de lumière synchrotron (SLS).

L'IPS a été conçu en tant que laboratoire national de recherche. Mais l'éventail de ses tâches et l'expérience acquise en s'ouvrant aux utilisateurs extérieurs le prédestinent à exploiter de telles installations pour le bénéfice d'une large communauté de spécialistes des sciences naturelles et des sciences de l'ingénieur, et à leur fournir le soutien voulu en matière de recherche. La décision du Conseil fédéral de construire la SLS dans le cadre de l'IPS favorise la réorientation stratégique de l'IPS et l'octroi d'un mandat de prestations par le Conseil des EPF. La réalisation de la SLS entraîne l'IPS dans un processus de profonde restructuration qui a d'ores et déjà commencé en vue de dégager les ressources nécessaires. Il est prévu de réduire la part des moyens fédéraux affectée aux activités de recherche sur l'énergie nucléaire, tout en continuant à assurer les activités ayant une importance nationale dans le domaine de la sécurité des réacteurs et de l'élimination des déchets radioactifs. Des changements sont par ailleurs programmés dans les sciences biologiques, où certains sujets de recherche médicale seront transférés à des cliniques universitaires et où, par ailleurs, l'application du rayonnement

synchrotron est planifiée (p.ex. biologie moléculaire). La recherche générale sur l'énergie conservera une place importante.

En outre, le Conseil des EPF étudie actuellement les conditions juridiques et financières qui permettraient de rattacher progressivement, d'ici fin 1999, une grande partie de l'actuel IPS de Zurich (recherche appliquée sur les solides) au Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) de Neuchâtel.

Le recentrage de l'institut vise aussi à promouvoir de manière intensive les transferts de technologies. Fin 1996, le secteur privé, sur proposition de la direction de l'IPS, fondera la société SLS-TechnoTransfer SA, chargée de vendre à l'industrie des prestations de recherche et de service sur la SLS, créant ainsi un instrument qui permettra notamment de recueillir des fonds industriels. Cette société anonyme témoigne aussi de l'intérêt que porte l'industrie à la SLS. Pour des motifs d'ordre politique, aucune participation n'est prévue au financement de l'installation proprement dite, qui servira surtout à la recherche universitaire. Mais dans la perspective d'une utilisation de la SLS à des fins d'application, l'industrie interviendra certainement à un stade ultérieur dans la construction de lignes de faisceaux destinées aux applications industrielles. La société anonyme pourrait aussi se charger, à plus long terme, de commercialiser d'autres innovations de l'IPS.

Les deux crédits d'engagement sont répartis comme suit:

a. un crédit d'engagement de 63 millions de francs pour le volet construction, dont 60 millions pour la construction et l'infrastructure technique et 3 millions pour l'acquisition de terrain, inscrit au budget de l'Administration fédérale des finances;

b. un crédit d'engagement de 96 millions de francs pour le volet système (source et infrastructure d'expérimentation), inscrit au budget de l'IPS.

Sur les 60 millions de francs du volet construction, 13 millions de francs peuvent être récupérés par compensation, au bénéfice de la SLS, sur l'abandon d'un projet déjà approuvé de construction d'un laboratoire à l'ouest de l'IPS (FF 1991 I 253). Les 47 millions de francs restants figurent déjà dans le plan d'investissement des constructions civiles de l'Administration fédérale des finances.

Le financement du volet système est entièrement assuré par les moyens financiers du domaine des EPF, qui figurent déjà dans le budget 1997 et la planification financière des années suivantes. Ces 96 millions de francs, qui incluent une contribution de 42 millions de francs de l'IPS, seront dégagés par une claire définition des priorités et postriorités au sein du domaine des EPF. 4 des 96 millions de francs sont obtenus par compensation de crédits pour premiers équipements de nouvelles constructions du fait du renoncement, en faveur de la SLS, à la construction du laboratoire initialement prévu à l'ouest de l'IPS.

Message

1 Partie générale

11 Situation initiale

L'objectif de notre politique nationale de la science doit être de conserver à la Suisse le haut rang qu'elle détient dans les technologies de pointe et de maintenir la qualité de son enseignement et de sa recherche. Il convient simultanément de renforcer encore les étroites relations que la Suisse entretient traditionnellement avec la recherche et l'éducation européennes. Une recherche de haute qualité attire les spécialistes suisses et étrangers qualifiés; elle dynamise tant l'éducation que l'économie, ce qui favorise l'emploi. La politique gouvernementale en matière de science définit aussi d'importantes conditions-cadre pour la recherche privée. Elle doit en particulier prévenir le départ de la recherche à l'étranger en garantissant une formation d'excellente qualité.

Mais la recherche ne peut prospérer et attirer des scientifiques de très haut niveau que si les infrastructures et les éléments nécessaires sont en place, ou du moins prévus et en préparation. Citons par exemple les installations et équipements de recherche de très grande qualité qui permettent de contribuer au développement des sciences et des techniques. Il importe de rester à la pointe du progrès sur le plan international.

Les milieux politiques, scientifiques et économiques doivent y travailler conjointement. Or les contraintes budgétaires actuelles limitent les ressources à consacrer à cet effort. Il convient donc de veiller à ce que l'engagement de ces ressources soit toujours optimal en définissant des priorités. Seule une planification à long terme permettra d'abandonner des usages désuets et d'innover. Au cours des dernières années, le domaine des EPF a su suivre l'évolution et se tourner vers l'avenir en optant pour des stratégies ciblées et en collaborant avec d'autres hautes écoles comme avec l'industrie.

Le Conseil des EPF se propose de construire à l'Institut Paul Scherrer (IPS) à Villigen une source de lumière synchrotron, à partir de 1997. Cette Source de Lumière Suisse (SLS) produira des rayonnements électromagnétiques allant de l'ultraviolet jusqu'aux rayons X, de longueur d'onde variable et de forte intensité. Ce type de rayonnement est de plus en plus employé, dans la recherche en sciences naturelles, pour des analyses de structures de la matière, par exemple en physique et en chimie, ainsi que pour l'analyse des substances biologiques dans les sciences de la vie et en médecine. Cette installation permettra d'acquérir de nouvelles connaissances fondamentales et d'explorer de nouvelles méthodes de recherche appliquée, appelées à devenir des outils analytiques industriels. Les recherches menées sur cet équipement devraient aboutir à de notables innovations, qui joueront un rôle clé dans le développement de produits et de procédés compétitifs.

De nombreux pays investissent dans ce type d'équipement de recherche en prévision de l'avenir afin de s'assurer une place de choix dans les domaines concernés, et de rester indépendants et compétitifs. Les centres nationaux de rayonnement synchrotron représentent un avantage pour le pays hôte dans la concurrence internationale et font aujourd'hui partie de l'infrastructure de tout pays soucieux de fabriquer et de commercialiser dans une optique scientifique des produits de haute technologie et à forte valeur ajoutée. En Allemagne, par exemple, trois nouvelles sources synchrotron sont actuellement en construction. Une autre vient d'être mise en service en Italie.

La France et l'Angleterre (avec lesquelles des discussions portant sur la coopération sont également menées au niveau politique) prévoient chacune une installation de plus, ne serait-ce que pour satisfaire une vive demande nationale. La Suède possède depuis peu une seconde source. Plusieurs centres nouveaux sont aussi opérationnels, à l'étude ou en construction aux Etats-Unis et au Japon. Taiwan, la Chine et la Corée du Sud exploitent également des sources synchrotron modernes. La Chine en prévoit une de plus, une première se trouve en phase d'études en Thaïlande, et le Brésil en construit une.

La SLS constitue pour la Suisse le premier équipement de cette nature. Par sa conception, elle fera avancer la technologie de ce type d'installation au plan mondial. Une prompte réalisation permettra de tirer pleinement avantage des innovations qu'apportera le projet et placera la recherche suisse à la pointe du progrès.

12 Importance et analyse des besoins

121 Importance nationale de la SLS

L'IPS a préparé son projet de source de lumière synchrotron suisse (SLS) sur la base de l'ordonnance sur l'IPS et du plan stratégique approuvé par le Conseil des EPF. La SLS tient compte des besoins et de la situation du pays. C'est un équipement lourd utilisable par de petits groupes de recherche universitaire et par l'industrie. Elle permettra d'effectuer un travail d'avant-garde dans de nombreux domaines de recherche et de développement et, plus tard, dans la fabrication de produits de haute technologie et d'instrumentation complexe, dans la collecte et le traitement d'énormes masses de données ainsi que dans le traitement et l'animation des images. C'est pourquoi elle contribuera à doter le pays d'un haut niveau de formation ainsi que d'un dispositif compétitif de recherche, de développement et de production, ce qui y maintiendra des emplois à forte valeur-ajoutée. La conception élaborée permet de satisfaire avec une très grande souplesse les besoins spécifiques des utilisateurs, à la fois en ce qui concerne l'accès au temps d'expérimentation et la nature de la lumière synchrotron offerte. Conjuguée à la source de neutrons de spallation (SINQ) qui vient d'être mise en service à l'IPS et aux faisceaux de muons qui sont une des spécialités de l'IPS, la SLS marquera profondément la politique de la recherche en Suisse.

Dans la plage d'énergie envisagée, l'intensité et l'extrême concentration du rayonnement de la SLS seront à la pointe de ce qui se fait dans le monde. Le potentiel de l'installation en est d'autant plus prometteur. Celle-ci ouvre en effet de nouvelles possibilités de traiter avec plus de précision d'importantes questions touchant les sciences naturelles, et de développer de nouvelles méthodes de production de structures infimes. Cela concerne par exemple la production de produits chimiques industriels (polymères, verres, cristaux liquides, céramiques, etc.), la fabrication ciblée de certains produits pharmaceutiques („rational drug design”), l'étude de matériaux magnétiques utilisables dans les technologies de l'information ou de structures moléculaires intéressant la biochimie et la biologie moléculaire, l'amélioration de matériaux résistants à la corrosion, la production de catalyseurs plus efficaces pour les réactions chimiques et les techniques de l'énergie et de l'environnement, ou encore le développement et la production de capteurs électriques, mécaniques, optiques, chimiques et biologiques et d'actuateurs d'intelligence technique à l'échelle micrométrique et nanométrique.

Le fascinant univers nanométrique (de l'ordre du millionième de millimètre) est à notre portée. Nous nous trouvons au seuil d'une révolution technologique, comparable à celle de la micro-électronique qui avait commencé avec le transistor dans les années cinquante. La Suisse de demain, pays de haute technologie, ne saurait négliger la maîtrise des nanotechnologies. La SLS est un instrument indispensable pour l'avenir. C'est une chance qu'il faut saisir maintenant, afin de conserver notre avance - ou, mieux encore, de l'accroître.

La SLS occupe aussi une place de choix dans la stratégie de la recherche: elle constitue un instrument essentiel de la biologie moderne, par exemple dans l'étude des macromolécules biologiques. Elle contribuera énormément à développer des substances et des matériaux nouveaux. Elle pourra insuffler un dynamisme considérable au développement des microtechniques et des nanotechniques et ouvrir de nouvelles possibilités à la médecine, dans la recherche sur le cancer notamment.

Posséder une SLS permettra à la Suisse de disposer, dans des domaines qui sont pour elle d'une grande importance, du meilleur accès possible à des rayonnements synchrotron. Elle nous offrira de notables avantages pour ce qui est des utilisations industrielles. Elle mettra mieux encore en valeur la science suisse et servira de pôle d'attraction pour les scientifiques étrangers - sans oublier enfin les jeunes chercheurs qui assureront la relève. Sa conception lui garantit une place privilégiée dans l'avenir: sa brillance¹⁾ exceptionnelle lui assure une place particulièrement favorable dans le domaine des nanotechniques, qui auront une importance capitale.

L'importance d'un équipement de recherche de ce type dans un pays aussi industrialisé que la Suisse ressort également des discussions menées avec une délégation française fin 1995 et début 1996. La France projette de construire une nouvelle source nationale, baptisée SOLEIL, bien qu'elle dispose déjà d'installations à Orsay, près de Paris (Super-ACO, équipement national) et à Grenoble (ESRF, European Synchrotron Radiation Facility, installation européenne). Les spécialistes français estiment que les besoins vont prendre un essor considérable. La France a proposé au Conseil des EPF de resserrer la coopération dans le domaine des sources synchrotron, le projet suisse l'intéressant de par sa conception technique. La Grande-Bretagne et l'Advanced Light Source Center à Berkeley, USA, sont eux aussi intéressés à collaborer avec la SLS.

Comme d'autres sources nationales, la SLS couvre un spectre allant de la lumière ultraviolette jusqu'aux rayons X durs; elle complète donc fort judicieusement l'installation européenne de Grenoble (ESRF), elle-même optimisée pour les rayons X durs.

En renonçant à la SLS, la Suisse perdrait une chance de participer en première ligne au développement d'une innovation sur le plan international, de faire donc oeuvre de pionnier, tant dans le domaine de la recherche que dans celui du développement de nouveaux procédés et produits. Le Conseil des EPF souhaite expressément saisir cette chance, et il est disposé à procéder aux transferts de ressources internes nécessaires.

122 Etude des besoins suisses

Une information sur les possibilités de la SLS a été fournie à ses utilisateurs potentiels, dans les universités et les instituts de recherche. De plus, le 15 mars 1996, la source a été présentée à ses futurs utilisateurs, qui ont reçu des informations détaillées. Cette réunion, organisée à Fribourg,

¹⁾ Les termes techniques sont définis dans le glossaire en annexe

visait aussi à stimuler la formation de groupes de chercheurs venant de divers organismes qui projetaient ensemble des lignes et du matériel d'expérimentation, les réaliseraient, les exploiteraient et les cofinanceraient. Quelques 35 déclarations d'intention (letters of intent) et des propositions concrètes de lignes ont été reçues jusqu'à la fin du premier semestre 1996, à la suite de l'invitation à adresser de telles déclarations concernant l'utilisation de la SLS et à définir des caractéristiques techniques de canaux et d'infrastructures envisageables; d'autres déclarations arrivent encore. Ces propositions proviennent aussi bien de chercheurs travaillant seuls que d'un ou de plusieurs instituts (jusqu'à sept) collaborant ensemble.

Au total se sont constituées jusqu'à présent huit équipes de ce genre, qui couvrent un large spectre d'applications possibles du rayonnement synchrotron et sont adaptées aux caractères spécifiques de la SLS: étude des structures de cristaux de protéines, recherche sur les matériaux et les surfaces, analyses de structures cristallines avec résolution temporelle, production de microstructures par procédé LIGA. Certaines propositions provenant de chercheurs travaillant seuls sont par ailleurs très prometteuses. Des contacts personnels ont été pris avec des utilisateurs potentiels de grandes entreprises. L'industrie chimique et de grandes sociétés de technologies de pointe s'intéressent à la SLS. Relevons que de petites et moyennes entreprises (PME) ont également manifesté leur intérêt pour la SLS. Ce succès montre que l'IPS doit prévoir à la SLS une prestation de service capable de fournir aux PME une assistance depuis la préparation des échantillons jusqu'à l'exploitation des données.

123 Participation de l'industrie

La question de la participation de l'industrie a été très soigneusement examinée. Pour des raisons d'ordre politique, nous partons de l'idée que le financement des bâtiments et du système de la SLS sera entièrement couvert par des fonds publics, la source devant principalement être utilisée pour la recherche universitaire, qui relève de la phase préconcurrentielle. Des contacts avec l'industrie chimique, électronique et mécanique ont toutefois révélé un vif intérêt pour l'instrument de recherche industriel de pointe et de développement de nouveaux produits que constitue la SLS. L'industrie et l'IPS ont donc dès aujourd'hui un intérêt à créer une structure qui intensifie leur coopération et qui développe et organise la communauté d'utilisateurs industriels de la SLS. Suite à une discussion étendue avec des représentants du secteur privé sera constituée, d'ici à fin 1996, la société anonyme SLS-TechnoTransfer (SLS-TT SA) qui devra favoriser les transferts de technologies et pourvoir à la création de lignes de faisceaux spécifiquement destinées à la recherche industrielle à la SLS. La société appartient au secteur privé, avec une participation du canton d'Argovie et une option de participation de la Confédération.

La SLS-TT SA

- commercialise et vend les prestations de la SLS à l'industrie (temps d'utilisation, équipement);
- favorise la formation de personnel industriel;
- construit et exploite des lignes spéciales et des détecteurs à utilisation industrielle;
- conseille l'industrie et fournit des prestations de service en rapport avec l'utilisation industrielle de la SLS (par exemple pour les PME);
- organise des ateliers à l'intention de l'industrie;
- subventionne et aide des étudiants candidats au doctorat;
- pourra, le cas échéant, assurer d'autres activités pour l'IPS à un stade ultérieur.

Les conditions de coopération entre l'IPS et la SLS-TT SA seront réglées par un contrat distinct. Les partenaires industriels de la société bénéficieront par rapport aux autres utilisateurs industriels de l'IPS de certaines conditions-cadre avantageuses et qui seront proportionnelles à leur participation à la SLS-TT SA: priorité de disponibilité du rayonnement, conditions financières avantageuses sur les services de l'IPS et les temps d'utilisation, consultation dans le choix des lignes et des détecteurs.

124 Concept d'utilisation de la SLS

On peut distinguer deux groupes parmi les utilisateurs du rayonnement synchrotron de la SLS:

- les institutions universitaires (universités, hautes écoles, instituts de recherche d'utilité publique) de Suisse et de l'étranger;
- l'industrie et les services publics (entreprises industrielles et artisanales du secteur privé, et leurs laboratoires de recherche, ainsi que des hôpitaux).

Le premier groupe utilisera le rayonnement synchrotron de la SLS principalement pour la recherche exploratoire et la formation, avec l'intention de communiquer les résultats à la collectivité dans un bref délai (habituellement un an ou moins) par publication dans la presse spécialisée ou dans des congrès et colloques. L'accès aux équipements de recherche de la SLS est normalement octroyé aux utilisateurs sur demande dûment fondée, qui est examinée par un groupe d'experts et reçoit un ordre de priorité temporelle. La SLS sera gratuite pour ces utilisateurs, comme le veut la pratique internationale courante.

Dans le deuxième groupe, on trouve des utilisateurs qui souhaitent recourir aux applications du rayonnement synchrotron à des fins analytiques ou proches du stade de la fabrication, pour la recherche, le développement et la fabrication de leurs produits. Ils entendent que les résultats obtenus restent confidentiels au sein de l'entreprise, et ne souhaitent pas qu'un groupe d'experts examine leurs projets d'utilisation. C'est pourquoi une contribution financière leur sera demandée.

L'expérience acquise dans d'autres centres de rayonnement synchrotron montre que le nombre des institutions universitaires l'emporte nettement sur celui de l'industrie. Un sondage effectué auprès des institutions universitaires qui utiliseront la SLS donne le tableau représenté dans la figure 1. La plus grande partie de ces utilisateurs requiert du temps de mesure lié à un projet, avec des équipements expérimentaux spécifiques, sur des lignes de faisceaux existantes et construites en accord avec les utilisateurs. Une partie des utilisateurs de la SLS apportent le savoir-faire technique ou scientifique qui leur permet de construire eux-mêmes des lignes de faisceaux ou d'adapter des lignes existantes. Celles-ci peuvent alors être mises à la disposition d'autres utilisateurs.

Pour l'industrie et les services publics, deux aspects sont prépondérants lors de l'utilisation du rayonnement synchrotron:

- L'analyse et la caractérisation des matériaux et processus. Par exemple:

Essais de rupture des matériaux, inclusions, dislocations, composition chimique

Utilisateurs: industrie mécanique et horlogère, entreprises de transport, laboratoires d'essai des matériaux, entreprises d'enregistrement de son et d'image, etc.

Diagnostic de la distribution des éléments et analyses d'oligo-éléments

Utilisateurs: techniques médicales, hôpitaux, patients, services de santé, protection et contrôle de l'environnement, industrie chimique, industrie alimentaire;

- La fabrication et la production de masques (par exemple pour la fabrication de puces de microprocesseurs) et de composants ainsi que la synthèse de nouvelles substances. Exemples:

Cristallographie des protéines; synthèse de nouveaux produits biologiques et médicaux

Utilisateurs: industrie chimique, biotechnologie, etc.

Microstructures et nanostructures, transformations à l'échelle nanométrique

Utilisateurs: sociétés d'optique et de micro-électronique, techniques médicales, micromécanique, industrie horlogère.

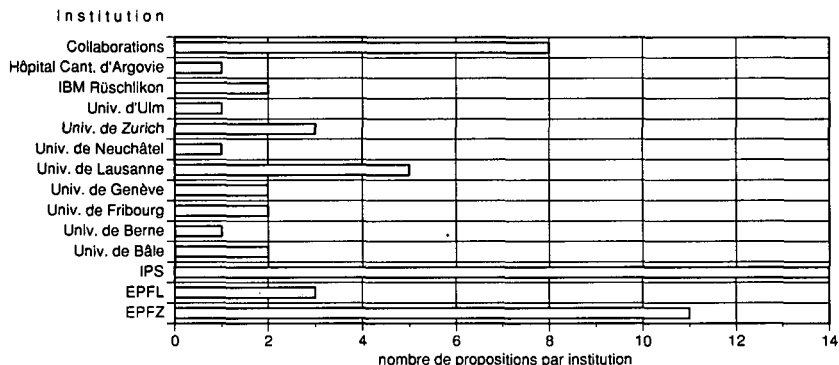


Fig. 1: A la suite d'une analyse des besoins menée auprès des institutions universitaires intéressées, un grand nombre de déclarations d'intentions concernant la création ou la co-utilisation de lignes de faisceaux ont été faites. La figure présente le nombre des propositions reçues jusqu'au milieu de l'année 1996 et venant d'organismes intéressés. On notera le grand intérêt manifesté par l'EPF de Zurich et par l'IPS.

Des équipes de recherche suisses utilisent déjà intensément le rayonnement synchrotron. Le plus souvent en étroite coopération avec d'autres groupes d'utilisateurs (p.ex. aux sources suédoise MAX et italienne ELETTRA). Une ligne franco-suisse a été construite à Super-ACO (Orsay); à l'ESRF de Grenoble, dans lequel la Suisse possède une participation de 4 % (contribution fédérale de 3,8 mio. de fr. par an), est actuellement exploitée une ligne de faisceau helvético-norvégienne construite avec l'aide du Fonds national suisse. Ces deux lignes couvrent diverses plages d'énergie et sont fort utiles, pour la recherche comme pour la formation d'étudiants en doctorat. Un sondage a montré qu'en 1994 il y avait en Suisse 30 équipes de recherche, qui avaient consommé 75 semaines de temps de rayonnement sur des sources étrangères.

Le projet de SLS a suscité un vif intérêt parmi les utilisateurs de lumière synchrotron étrangers, dont on a déjà reçu des propositions de lignes et d'expériences.

On sait que les expériences véritablement cruciales sont menées sur place par des équipes locales. Ces dernières ont plus facilement accès aux installations, maîtrisent mieux le réglage fin de l'ensemble du matériel et peuvent travailler avec la confidentialité voulue sur des idées novatrices. C'est pourquoi les universités et les organismes de recherche nationaux, de même que l'industrie du pays, sont particulièrement attirés par une source nationale.

L'OCDE a créé le 1er juin 1992 le „Forum mégascience“ (reconduit à l'occasion de la conférence des ministres de la science en septembre 1995) dans le dessein de resserrer la coopération scientifique sur les grandes initiatives de recherche nationales et internationales et de tirer un meilleur profit des synergies dans leur réalisation. Ce forum a soigneusement examiné l'état actuel de développement des sources de neutrons et synchrotron et évalué leur évolution future. Selon cette étude, il faut s'attendre pour le début de la prochaine décennie à une multiplication par deux du volume des utilisateurs de lumière synchrotron pour la recherche et le développement. Pour la Suisse, on s'attend aussi à un accroissement des applications du rayonnement synchrotron, en raison de la complexité croissante des expériences et du développement de nouvelles méthodes. On devrait compter en 2001 plus de 70 équipes (dont plus d'une dizaine à l'IPS lui-même), ce qui représenterait quelque 350 semaines de temps de rayonnement. Un tel besoin ne saurait être satisfait par les sources étrangères. Avec les cinq lignes prévues pour la mise en service, l'ensemble de la SLS serait ainsi déjà surchargé de plus de 100 pour cent. A elles seules, les déclarations d'intentions reçues jusqu'au milieu de l'année 1996 suffiraient à exploiter pleinement les cinq lignes de faisceaux.

A l'échelon international, l'évolution se présente ainsi: il existe des centres de rayonnement synchrotron nationaux, voire déjà régionaux, dans des pays comme les Etats-Unis, le Japon et l'Allemagne, qui satisfont les besoins locaux des instituts de recherche et de l'industrie. Ils permettent aussi de former et de faire monter de jeunes chercheurs en toute première ligne de la recherche, de se familiariser avec une instrumentation extrêmement complexe et avec les dispositifs de sécurité. Les nouvelles techniques de mesure, le développement de nouveaux appareils et les tests sont en majeure partie réalisés dans ces centres locaux. La source synchrotron européenne (ESRF) de Grenoble sert actuellement de centre régional aux utilisateurs suisses, avec une offre considérable de possibilités de formation et de perfectionnement pour les chercheurs. L'extraordinaire qualité de l'installation et les travaux de recherche qu'elle permet de réaliser font que les expériences proposées sont évaluées selon des critères très stricts, et seul le temps absolument nécessaire est octroyé. Sur quelques-unes des 27 lignes de l'ESRF les réservations sont déjà dix fois supérieures aux disponibilités.

13 Evaluation du point de vue de la politique de la science

131 Enquête menée par le Conseil des EPF auprès d'experts

A la demande du Conseil des EPF, une équipe d'experts internationaux a examiné le projet SLS et a rendu un avis très favorable. Une analyse coût/utilité a été menée dans ce cadre. Il en ressort que le projet proposé permet d'explorer à un coût raisonnable un grand nombre de nouveaux domaines, et qu'il pourrait déboucher sur des résultats porteurs et inattendus aux plans scientifique et technique. Les experts lui ont reconnu un caractère d'avant-garde à l'échelle internationale, qui pourrait se révéler extrêmement utile à la politique scientifique du pays une fois le projet réalisé.

132 Avis du Conseil suisse de la science et du Fonds national suisse

Le Conseil suisse de la science (CSS) et le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNRS) ont aussi examiné le projet dans le détail et donné un avis favorable. Selon le CSS, il constitue dans son état actuel une oeuvre de pionnier qui lui confère un grand attrait à l'étranger aussi; il est à la pointe du progrès dans la plage inférieure d'énergie de rayonnement et constitue un heureux complément à la source européenne de Grenoble (ESRF). De nouvelles études de besoins et de potentiels d'utilisation permettent dès aujourd'hui de conclure que l'installation sera d'emblée bien exploitée. L'expérience d'autres pays montre que les volumes d'utilisation croissent très rapidement dès qu'une installation est mise en service. Le fait que le domaine des EPF soit disposé à consentir à d'importants sacrifices financiers en faveur du projet prouve enfin qu'il est convaincu de sa qualité et de son importance à long terme, considère en outre le CSS.

Le FNRS parvient, dans son avis, à la conclusion que la SLS constitue un excellent instrument qui répond bien aux besoins suisses de la recherche à moyen et à long terme. En attirant des recherches interdisciplinaires réalisables en coopération internationale, il pourrait susciter des effets de synergie novateurs. Le FNRS constate d'autre part que l'IPS engage un volume important de ses propres ressources dans le projet, et qu'il souhaite pourvoir ensuite sur son propre budget à son exploitation. Il indique qu'avec la SLS, l'IPS doit fixer ses priorités en fonction de ce recentrage. La source de neutrons de spallation (SINQ) et la SLS devraient revêtir une importance particulière à cet égard. Le site de Villigen/Würenlingen pourrait ainsi devenir un centre de réputation internationale. La SLS serait un bon investissement et répondrait aux besoins du réseau scientifique et technologique suisse et européen.

14 Le mandat de prestations de l'IPS et la SLS

141 Situation initiale

Selon la loi sur les EPF du 4 octobre 1991 (RS 414.110), l'IPS est un institut fédéral autonome de droit public possédant une personnalité juridique propre. Selon l'ordonnance du 13 janvier 1993 sur l'Institut Paul Scherrer (RS 414.163.1), l'IPS est un *institut national pluridisciplinaire de recherche en sciences naturelles et de l'ingénieur*. Il est stipulé dans l'ordonnance que l'IPS assume des tâches de recherche dans les domaines spécialisés suivants:

- *Physique nucléaire et physique des particules;*
- *Radiologie médicale, radiologie biologique et radiologie de l'hygiène;*
- *Recherche sur les solides et sciences des matériaux;*
- *Techniques de l'énergie nucléaire (notamment dans les domaines de la sécurité nucléaire et des déchets radioactifs);*
- *Techniques de l'énergie non nucléaire et sciences de l'environnement liées à l'énergie*

Une importance particulière revient à la mission de créer des infrastructures déjà définie dans l'ordonnance en vigueur: *l'IPS développe, construit et exploite des installations de recherche qui dépassent, en grandeur et en complexité, les possibilités des institutions des hautes écoles.* Ces installations sont utilisées par un cercle national et international de chercheurs des hautes écoles et de l'industrie.

Les domaines dans lesquels l'IPS s'engage sont en étroit rapport avec les équipements de l'institut. L'IPS exerce des activités de recherche complémentaires à celles des hautes écoles et offre aux nombreux utilisateurs extérieurs le soutien nécessaire à leurs travaux. Les scientifiques qui utilisent les installations avec le soutien de l'IPS sont actuellement au nombre de 600 par an. L'IPS joue aussi, dans cette collaboration avec les hautes écoles, un rôle très important en matière de formation: 230 doctorats y sont actuellement en préparation. En tant que „Laboratoire de recherche national“, l'IPS offre également une plate-forme à des projets internationaux et interdisciplinaires, en associant des partenaires des hautes écoles et de l'industrie. Cela a pour effet de stimuler la coopération entre différents groupes des hautes écoles et avec l'industrie.

L'importance respective des différents champs d'activité de l'IPS a beaucoup changé depuis la fusion du SIN et de l'EIR en 1988. Les moyens financiers ont été redistribués en conséquence. Environ deux tiers des moyens dont l'IPS dispose vont aujourd'hui aux axes prioritaires que sont *la recherche sur les solides et les sciences des matériaux, les sciences biologiques et la physique des particules élémentaires.* Un tiers des ressources annuelles ordinaires de l'IPS sont affectées à *la recherche sur l'énergie.* L'IPS assume à cet égard la tâche d'un laboratoire national de recherche sur l'énergie. Dans le domaine de l'énergie, il fournit par ailleurs des services scientifiques, précisément là où il est particulièrement apte à le faire en raison de ses installations uniques en leur genre et de ses connaissances spécifiques; cela dans l'intérêt de l'Etat, de l'économie et de la société.

Au cours des années 1992 à 1995, la Commission de gestion du Conseil des Etats (CG-CE) s'est penchée sur l'évolution de l'IPS (FF 1993 I 1361). En mars 1995, le Conseil fédéral a remis son rapport final à la CG-CE et répondu aux questions qui avaient été soulevées. Dans sa réponse, le Conseil fédéral a présenté l'orientation stratégique que le Conseil des EPF a assigné à l'IPS et rappelé que l'IPS a effectivement orienté sa planification en ce sens. Dans son rapport final du 29 juin 1995, la CG-CE s'est déclarée satisfaite pour l'essentiel des mesures prises, mais a notamment relevé que le mandat de prestations de l'IPS devrait préciser les objectifs de recherche définis par le Conseil des EPF. Le Conseil des EPF a défini les orientations stratégiques du domaine des EPF et orienté la planification financière des prochaines années en ce sens. L'IPS a formulé ses objectifs stratégiques sur cette base et adapté en conséquence sa planification à moyen terme. Le développement du personnel dans les axes de recherche prioritaires (fig. 2) met en évidence les modifications intervenues à l'IPS au cours de ces dernières années, et l'évolution que l'Institut prévoit pour l'avenir compte tenu de cette réorientation.

Voici quelques-uns des éléments essentiels de la *nouvelle orientation stratégique* de l'IPS:

- *L'extension de la fonction de l'IPS en tant que „laboratoire ouvert aux utilisateurs extérieurs“ des hautes écoles et de l'industrie (cela inclut la construction et l'exploitation de grandes installations de recherche complexes). Ce mandat absorbera à l'avenir nettement plus de la moitié des ressources de l'institut.*
- *L'attribution d'une plus grande importance à la recherche sur les solides et les sciences des matériaux, ce qui revêt une importance particulière pour le futur développement technologique et la compétitivité de l'économie suisse.*
- *La concentration des sciences de la vie sur le diagnostic du cancer et son traitement à l'aide des faisceaux de particules très spécifiques offerts dans les installations de recherche de l'IPS, en collaboration avec des cliniques.*
- *L'orientation de la recherche énergétique sur des projets qui tiennent particulièrement compte d'un développement durable et des objectifs de la Commission fédérale sur la recherche énergétique (CORE). La recherche sur l'énergie compte donc, aujourd'hui encore, parmi les tâches importantes de l'IPS. Dans le domaine de la recherche énergétique générale, il est prévu de renforcer la coopération avec l'industrie pour que les nouveaux résultats de la recherche puissent être exploités plus rapidement et efficacement dans la pratique. Dans le domaine de la recherche sur l'énergie nucléaire, l'IPS se concentre sur les secteurs de la sécurité et de l'élimination des déchets.*
- *L'exploitation d'équipements de base destinés aux travaux de physique des hautes énergies par les hautes écoles qui préparent et réalisent des expériences, notamment au CERN.*

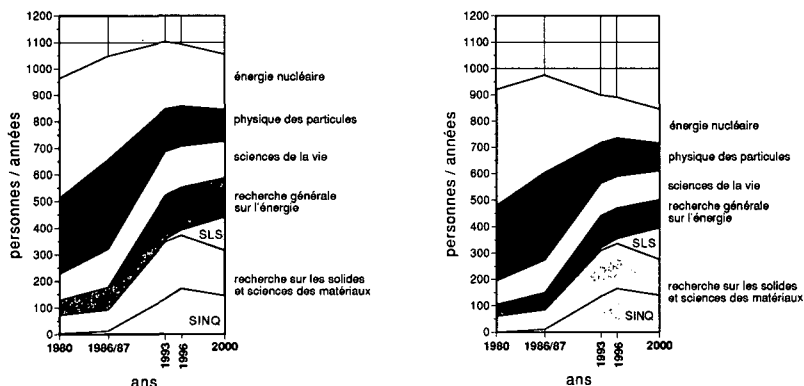


Fig. 2: Evolution du personnel de l'IPS conformément aux orientations stratégiques et compte tenu de la SLS (moyens fournis par des tiers pris en considération dans le diagramme de gauche, exclus de celui de droite).

Pour ce qui est de la pratique et de l'utilisation des résultats de la recherche appliquée, l'IPS innove. C'est ainsi par exemple que la recherche sur l'énergie se pratique de plus en plus largement dans le cadre d'un partenariat avec les autorités et l'industrie privée - sans engagement financier de leur part, une recherche appliquée n'est plus prévue que sous certaines conditions très strictes. Mais il est vrai que cette règle ne peut pas encore être appliquée systématiquement aux recherches importantes à long terme, comme celles qui se font dans le domaine des énergies renouvelables. Dans ce contexte, l'IPS s'est fixé pour objectif de fournir d'importantes contributions à la production et à l'utilisation d'énergie dans une optique de développement durable. Un autre nouvel élément du domaine de la recherche sur l'énergie est le *Centre pour l'économie énergétique intégrée* de l'EPF Zurich, prévu par les deux EPF et l'IPS. Ce centre a pour objectif d'élaborer les bases (recherche comprise) de la politique énergétique et de l'économie énergétique par une étroite coopération entre économie d'une part et technique, psychologie, écologie, sociologie et politique de l'autre. Les activités de ce centre reposent avant tout sur des mandats de l'administration et de l'industrie. Les deux EPF assurent la direction des opérations et l'IPS ainsi que les universités mettent à la disposition du centre leurs connaissances spécifiques et largement interdisciplinaires.

143 IPS et SLS

La SLS est une partie essentielle de la nouvelle orientation stratégique de l'IPS et du mandat de prestations prévu. La construction et l'exploitation de la SLS renforceront la fonction de l'IPS en tant que laboratoire ouvert aux utilisateurs extérieurs. Comparativement à la situation actuelle (45 %), 55 pour cent environ des moyens mis à la disposition de l'IPS en l'an 2000 seront affectés à cette fonction dès que la SLS sera opérationnelle. Les universités et les hautes écoles en profiteront notamment dans de nouveaux domaines de recherche en biologie, médecine, chimie, sciences des matériaux et physique. On attend également, grâce à la SLS, de nouvelles impulsions au plan de la recherche générale sur l'énergie. Plusieurs centaines de chercheurs de l'extérieur, de l'industrie et du monde scientifique, notamment d'universités cantonales, utiliseront chaque année la SLS. Du fait que l'IPS est déjà équipé de la source de neutrons de spallation (SINQ) et de faisceaux de muons, la construction de la SLS fera de ce laboratoire un centre de compétences unique pour l'étude des structures de la matière et pour la spectroscopie. Villigen/Würenlingen deviendra, à l'échelle internationale, un pôle d'attraction pour les meilleurs chercheurs, ce qui mettra notre pays en mesure de fournir à la communauté scientifique européenne une contribution très importante à long terme.

La SLS accélérera l'orientation de l'IPS vers les nouveaux domaines de recherche d'avenir. Pour réaliser la SLS, l'IPS devra fournir des ressources importantes en personnel et en matériel, prélevées sur son budget ordinaire (en augmentation jusqu'en l'an 2000: annuellement 110 personnes-années et environ 10 mio. de fr.). Ce transfert de moyens entraîne des changements considérables dans les priorités de recherche à l'IPS et une révision de l'éventail des tâches qui lui sont dévolues. Il est prévu de réduire la part des moyens propres à l'IPS affectée aux activités de recherche sur l'énergie nucléaire, tout en maintenant les activités d'importance nationale dans le domaine de la sécurité des réacteurs et de l'élimination des déchets radioactifs, ainsi que l'offre de services scientifiques aux autorités (notamment à l'Office fédéral de la santé publique, à l'Office fédéral de l'énergie et à la Division principale de la sécurité des installations nucléaires). Il faut souligner qu'avec la SLS, les capacités de recherche propres à l'IPS dans le domaine de la recherche énergétique continueront, proportionnellement, à représenter près de la moitié de la capacité totale. Cela étant, le Conseil des EPF examine actuellement les conditions juridiques et financières qui permettraient au Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM)

de Neuchâtel de reprendre progressivement d'ici 1999 une grande partie de l'actuel IPS de Zurich (recherche appliquée sur les solides) dans le cadre du recentrage de la mission de l'IPS. Le site de Zurich serait néanmoins maintenu et il n'en résulterait pas de coûts supplémentaires pour la Confédération. D'autres réductions seront obtenues par la réorientation partielle de la recherche en physique des particules et par la concentration des activités IPS actuelles dans les sciences de la vie. Dans ce domaine aussi, on attend de nouvelles impulsions pour d'autres domaines de recherche (la biologie moléculaire par exemple). Lorsque la source de neutrons de spallation SINQ sera terminée, une grande partie du personnel du domaine „ingénierie et ateliers“ sera libre, et pourra mettre son expérience au service de la SLS. La figure 3 montre comment il est prévu de couvrir les besoins en personnel de la SLS avec les ressources de l'IPS. La réorientation des priorités de recherche de l'IPS en rapport avec la SLS n'entraînera aucun licenciement.

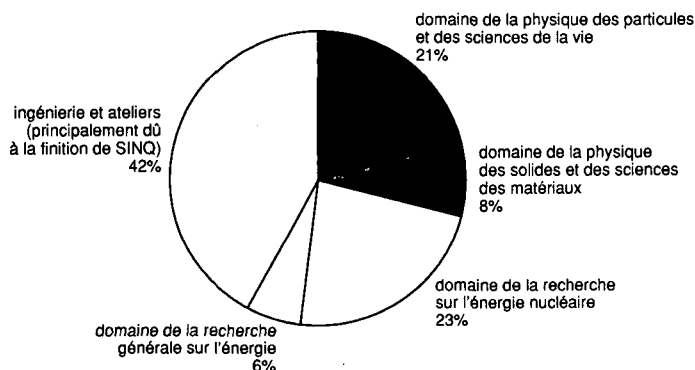


Fig. 3: Répartition du personnel de la SLS provenant des ressources de l'IPS en 2001, selon l'état de la planification en 1996 (activités terminées, focalisées, réduites)

144 Complémentarité de la SLS, de la source de neutrons de spallation SINQ et des autres méthodes d'étude des structures à l'IPS

La SLS permet notamment de déterminer les propriétés du nuage électronique dans les corps solides, c'est-à-dire leur chimie, et de les mettre en relation avec les mesures structurelles. D'où la possibilité de suivre et de fixer temporellement - notamment avec des mesures à résolution temporelle fine - des réactions chimiques, des processus de diffusion, des processus de croissance biologique, etc. La source de neutrons de spallation SINQ dont l'IPS dispose sert avant tout à la détermination géométrique et magnétique des structures de substances et complète la

détermination de la structure auprès de la SLS. Les neutrons, qui sont très lents, peuvent en effet détecter des excitations énergétiques beaucoup plus petites que les rayons X de la SLS. On parvient par exemple de cette manière à mesurer les oscillations très lentes d'atomes ou de groupes d'atomes. L'installation IPS des faisceaux de muons se prête particulièrement bien à la détermination de propriétés magnétiques de matériaux. SLS, SINQ et installation de faisceaux de muons sont des installations complémentaires. Le fait de disposer au même endroit de ces équipements crée des synergies d'une valeur exceptionnelle sur la scène scientifique internationale. Nombre de problèmes multidisciplinaires ne peuvent être résolus qu'avec la mise en oeuvre de plusieurs de ces méthodes. C'est le cas, par exemple pour la combinaison de l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) et de la source de neutrons de l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble.

15 L'emplacement de la SLS

151 Evaluation du site

Par lettre du 9 février 1996, le Conseil d'Etat du canton de Neuchâtel invitait le Département de l'intérieur à examiner la possibilité de construire la SLS dans le canton de Neuchâtel. Par la suite, le Délégué du Conseil des EPF a chargé un bureau d'ingénieurs d'évaluer les emplacements potentiels. En accord avec les représentants du canton de Neuchâtel, ce bureau a choisi trois sites possibles par comparaison avec la réalisation du projet à l'IPS à Villigen. Après une étude détaillée, les experts ont tiré les conclusions suivantes:

„A considérer tous les éléments, il convient, suite à l'évaluation réalisée, de donner la préférence à l'emplacement de Villigen relativement aux sites neuchâtelois, compte tenu des bâtiments existants, des aspects fonctionnels, des délais, des données financières et économiques du problème, ainsi que des conséquences pour la recherche scientifique régionale.“

Le Grand Conseil du canton de Neuchâtel a adopté le 2 octobre 1996, par 92 voix sans opposition, une résolution de tous les partis sur la construction d'une source de lumière synchrotron à Cernier NE.

Par lettres du 21 août et du 7 octobre 1996, le Conseil d'Etat du canton de Glaris a fait part lui aussi à la direction de l'IPS de l'intérêt du canton de Glaris et de la Suisse orientale à accueillir la SLS sur leur sol. Il laissait entrevoir la possibilité de proposer une alternative dans les environs de Niederurnen pour la réalisation de l'installation. On n'a pas procédé à une comparaison spécifique des sites dans ce cas. Mais une transposition de la comparaison précitée conduit à des résultats comparables.

Le Conseil des EPF a donné son avis sur les sites proposés par les cantons de Neuchâtel et Glaris. Il a notamment tenu compte dans sa réflexion de considérations stratégiques et de politique scientifique, de l'utilisation de synergies scientifiques à attendre de la concentration d'installations à Villigen ainsi que des questions ayant trait à l'infrastructure existante. Le 14 octobre 1996, le Conseil des EPF a décidé de proposer au Conseil fédéral de construire la SLS sur le site de l'IPS à Villigen.

On a reconnu que l'offre du canton de Neuchâtel méritait d'être examinée et que les activités industrielles variées qui y sont développées, notamment dans le domaine de la microtechnique, sont effectivement attrayantes. Mais on a également souligné que les considérations de coûts et celles qui ont trait à la promotion des économies régionales ne sont pas décisives pour le choix de l'emplacement. Ce qui est déterminant, c'est l'influence que peut avoir l'emplacement, centralisé ou décentralisé, de la SLS sur l'enseignement et la recherche. Il faut aussi prendre en compte les effets du transfert de connaissances, scientifiques et techniques, venant d'autres grandes installations de recherche, tout aussi complexes. L'IPS exploite déjà des installations analogues dans le domaine de l'étude des structures, de sorte que son personnel scientifique et technique possède un savoir-faire qui lui confère une avance considérable; il en résulte donc des synergies décisives pour la recherche et les expériences. Inversement, ce milieu spécifiquement favorable au développement de la SLS ferait défaut sur un site décentralisé. De grandes installations de recherche de ce genre doivent par ailleurs être constamment développées une fois mises en service si - ce qui est important pour de tels investissements - l'on veut qu'elles gardent plusieurs années leur avance sur le plan international. La centralisation apporte des synergies déterminantes de ce point de vue également. Mais la concentration en un même lieu - à Villigen - de la source de neutrons de spallation déjà réalisée et de la source de lumière synchrotron revêt à cet égard une importance décisive, car elle permet à ce centre d'atteindre, sur le plan scientifique, une masse critique qui lui conférera une grande importance internationale.

Les percées scientifiques ne sont plus guère obtenues aujourd'hui à l'intérieur d'une discipline, mais bien plutôt à l'interface entre plusieurs disciplines; ce qui fait que l'on peut observer dans la recherche interdisciplinaire des synergies supplémentaires entre des activités apparentées.

Au vu des résultats parfaitement clairs de ces évaluations et compte tenu des considérations de politique scientifique et de politique de la recherche susmentionnées, le Conseil fédéral s'est prononcé contre la décentralisation de la SLS et pour sa construction sur le site de l'IPS à Villigen. Les synergies scientifiques subséquentes font nettement pencher la balance en faveur de ce choix initialement prévu.

16 **Interventions parlementaires**

Un postulat et une interpellation ont été présentés en mars 1994 au Conseil national (postulat Haering Binder; interpellation Leemann). Il y était dit que le projet de SLS constituait un important jalon dans la politique de la science et de la recherche suisse. Le postulat invitait le Conseil fédéral à charger des experts de procéder à une ample analyse coût/utilité, puis à en rendre compte au Parlement. L'interpellation demandait une information sur le calendrier et le contenu de la procédure d'approbation; elle priait également le Conseil fédéral, compte tenu de la portée du projet, de soumettre en temps utile au Parlement un dossier complet. Le Conseil fédéral a accepté le postulat et, en réponse à l'interpellation, indiqué que les Chambres fédérales recevraient par message une information complète sur l'ensemble du projet et sur son financement, même si celui-ci n'était que partiellement assuré par des ressources fédérales, afin de rendre transparente la portée de la décision en termes de politique de la recherche. Le présent message répond ainsi au postulat et à l'interpellation. Nous proposons donc de classer le postulat.

21 Description du projet

211 Principe de la source de lumière synchrotron

Le rayonnement synchrotron est de nature électromagnétique, comme la lumière visible, les ondes radio et le rayonnement X. Il est produit par des charges électriques accélérées. Portés à une très grande vitesse et déviés par des aimants, les électrons émettent de la lumière à onde courte à chaque changement de direction du faisceau (mouvement accéléré). Dans le cas d'une source de lumière synchrotron, les électrons sont accélérés jusqu'à des vitesses proches de celle de la lumière, puis conduits dans un anneau de stockage fermé. Là, ils sont maintenus sur une trajectoire circulaire à l'aide d'aimants et d'autres composants. A chaque changement de direction, ils émettent un rayonnement électromagnétique. Le rayonnement couvre un spectre de longueurs d'onde des plus courtes, celles des rayons X durs, à l'ultraviolet lointain, qui ne se présente à l'état naturel que dans l'espace, puis à la lumière visible, à l'infrarouge et enfin aux micro-ondes. La lumière émise quitte la trajectoire des électrons dans l'anneau de stockage sous forme de faisceau étroit, dans la direction de vol momentanée des électrons, et seulement là où ils décrivent une courbe. Pour exploiter la lumière émise, des conduits de faisceau à très haut vide sont rattachés tangentiellement à l'anneau de stockage au lieu d'émission. Le faisceau de lumière est très bien focalisé. On pourrait le comparer à un projecteur qui, éloigné de 50 mètres, ne produirait qu'une tache de lumière de 5 mm de diamètre. C'est l'une des propriétés qui confèrent son grand intérêt à la lumière synchrotron.

Outre le rayonnement synchrotron, on utilise aussi le laser comme source de lumière intense. Il est vrai que la lumière produite par des installations laser de laboratoire ne fournit que des énergies lumineuses relativement petites (logiquement dans le domaine visible) d'une intensité extrêmement élevée, alors que le rayonnement synchrotron fournit des énergies jusque dans le domaine des rayons X. Cette énergie lumineuse accessible représente la grandeur essentielle dans la plupart des applications en technique d'analyse et technique des processus, et par conséquent une condition essentielle pour élucider les structures atomiques et moléculaires de la matière.

La particularité de la SLS, par comparaison avec des installations étrangères existantes, est l'intensité extrêmement élevée et la forte focalisation de la lumière produite. Ces propriétés en font un élément d'attraction tout particulier pour certaines recherches. La SLS vise la qualité et la souplesse les plus élevées possibles. Elle est optimisée pour la lumière ultraviolette et le rayonnement X mou, et promet des prestations de pointe jusqu'à proximité du rayonnement X dur. La SLS joue donc un rôle complémentaire à celui des quelques grandes sources internationales - telles que l'ESRF - optimisées pour le rayonnement X dur. La SLS se situe, dans sa plage d'énergie, à la pointe du développement. Dans le domaine du rayonnement X dur aussi, elle n'est surpassée que par quelques rares grandes installations internationales. La structure temporelle du rayonnement SLS rend possibles des expériences dynamiques durant lesquelles - selon le comportement d'un système - les phénomènes peuvent être étudiés jusque dans la plage des picosecondes. Cela signifie que des processus chimiques et biologiques complexes peuvent être observés en temps réel. La SLS est conçue pour obtenir une brillance maximale dans la plage de fréquences de l'ultraviolet lointain et du rayonnement X mou. Ses propriétés surpasseront nettement celles des sources de lumière synchrotron dites de la *troisième génération* (ELETTRA, ALS, MAX).

La SLS comprend d'une part le volet *constructions* et infrastructure technique (ch. 212), d'autre part le volet *système*, avec l'infrastructure expérimentale (ch. 213).

Le volet constructions de la SLS comprend la grande halle qui abritera la source de lumière et l'infrastructure d'expérimentation, le bâtiment technique immédiatement adjacent pour l'infrastructure technique, ainsi que l'immeuble des bureaux et laboratoires séparé de la halle. L'ensemble du terrain nécessaire à la construction de la SLS se trouve sur le territoire de la commune de Villigen (fig. 4a, plan de situation), et a une surface d'environ 32'000 m². Une partie (environ 20'000 m²) se trouve encore en dehors du périmètre de l'IPS, en zone agricole. La commune de Villigen a autorisé le transfert de ce terrain affecté à la construction de la SLS dans la zone à bâtir; la procédure cantonale d'autorisation est engagée. L'acquisition du terrain sera garantie par une promesse de vente. Il est situé à une centaine de mètres à l'ouest de la rive de l'Aar, sur une imposante basse terrasse de cailloutis qui s'étend tout le long de la vallée inférieure de l'Aar et qui repose sur une roche morneuse altérée en surface. La nappe phréatique située en profondeur ne sera pas touchée par le projet.

A proximité immédiate de la SLS se trouvent, sur l'aire ouest de l'IPS, les grandes installations de recherche telles que l'accélérateur de protons et la source de neutrons de spallation SINQ avec leurs halles d'expérimentation, ainsi que les infrastructures techniques nécessaires. Toutes les constructions de la SLS sont alimentées par une prolongation du canal technique de l'IPS.

La source de lumière et les zones d'expérimentation seront abritées dans la grande halle circulaire d'environ 13'000 m² et de 14 m de hauteur (fig. 4b, plan de la halle). La halle sera équipée d'un pont-roulant évoluant sur une trajectoire circulaire autour de l'installation. Pour assurer la stabilité requise par rapport aux influences climatiques et aux vibrations, l'enveloppe du bâtiment, les installations techniques et le radier doivent satisfaire aux exigences les plus élevées. Il ressort d'un mandat d'étude confié à quatre équipes de projet sélectionnées que le concept retenu pour les bâtiments et la technique est la meilleure solution d'ensemble.

Le projet choisi s'intègre harmonieusement dans le paysage en dépit de son volume de constructions important. La forme du bâtiment et la façade structurée par des lignes de lumière horizontale confèrent à l'ensemble un excellent équilibre optique (fig. 4c, façades, coupe). La disposition des rangées de fenêtres en retrait les unes par rapport aux autres prévient une exposition trop directe à la lumière solaire, tout en assurant un éclairage uniforme des locaux et une atmosphère agréable. La structure porteuse en bois et métal, malgré sa disposition en filigrane, est très stable, l'atmosphère agréable. Il sera tenu compte des aspects écologiques dans le choix des matériaux; on a par exemple opté pour une charpente en bois.

L'anneau de stockage comme les lignes de faisceaux et les installations d'expérimentation sont placés sur un radier d'une grande stabilité et totalement résistant aux tassements et vibrations. Le plan technique satisfait aux exigences très élevées de stabilité thermique.

Dans un bâtiment attenant à la halle seront installés les bureaux et les laboratoires du personnel d'exploitation, ainsi que - en retrait par rapport à la structure de la halle - toutes les parties de l'installation qui abriteront les pompes de circulation d'eau de refroidissement, les compresseurs frigorifiques et autres composantes sources de vibrations. Les besoins en locaux supplémentaires pour les chercheurs de la SLS peuvent être couverts dans un premier temps - suite au déplacement des priorités de recherche - par la mise à disposition de locaux déjà existants qui se libèrent.

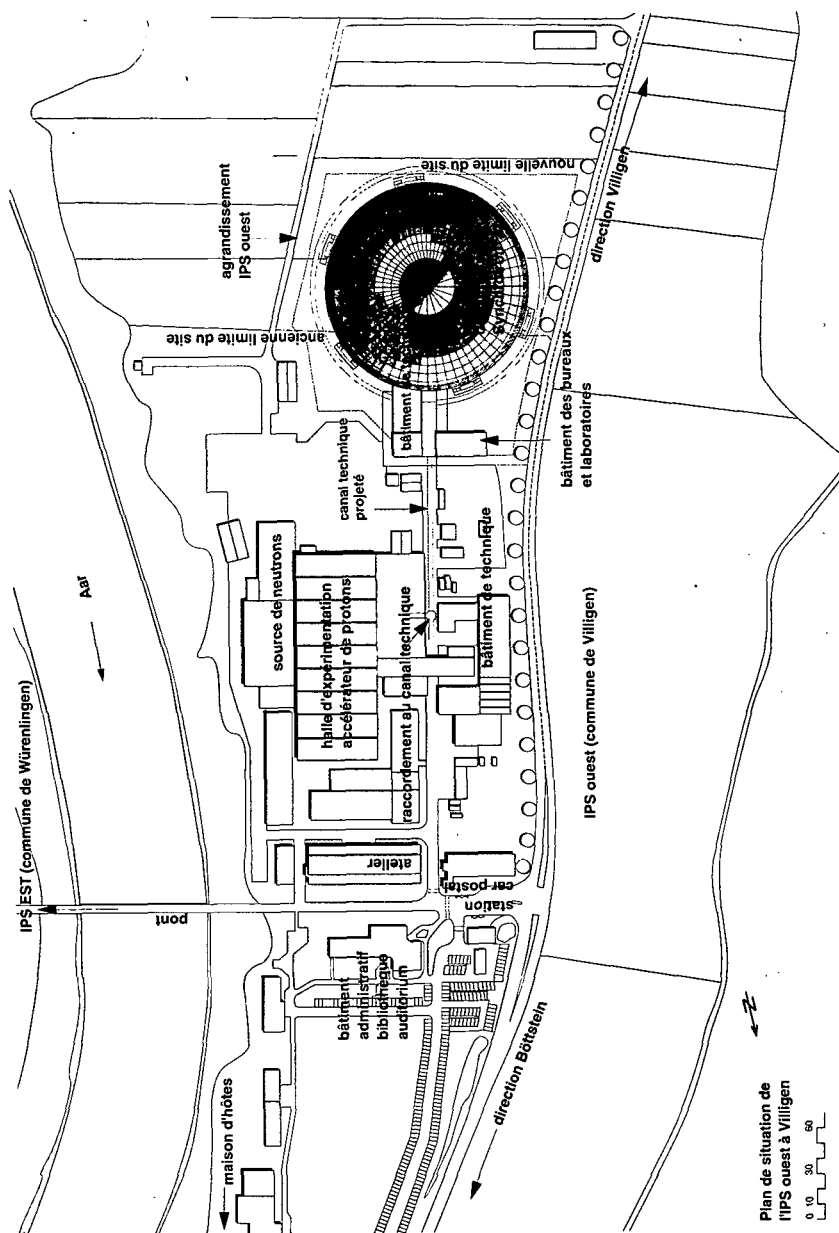


Fig. 4a: Plan de situation. Il est prévu de construire la SLS au sud des actuelles installations de recherche de l'IPS (accélérateur de protons et source de neutrons SINQ) sur l'aire ouest (territoire de la commune de Villigen). La technique du bâtiment sera assurée par raccordement aux installations existantes.

Fig. 4b: Plan de la halle avec SLS

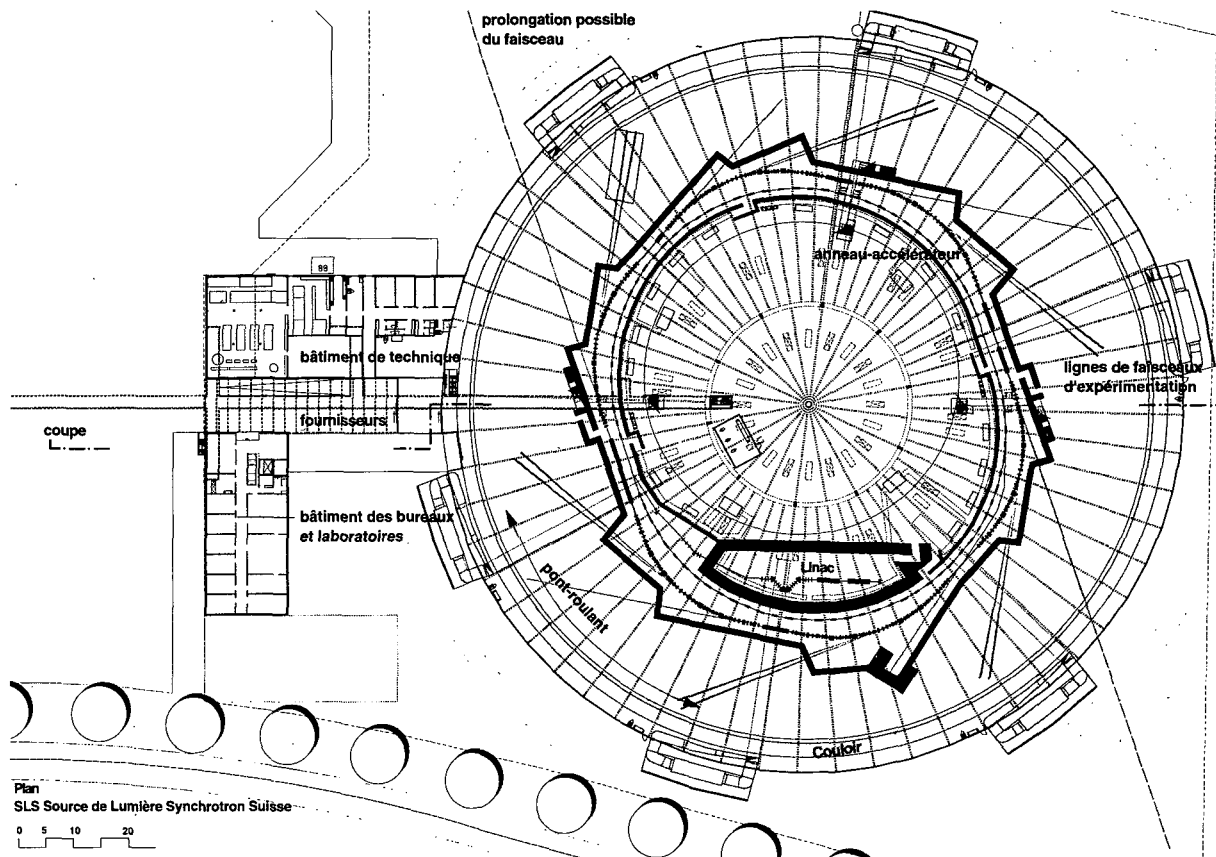
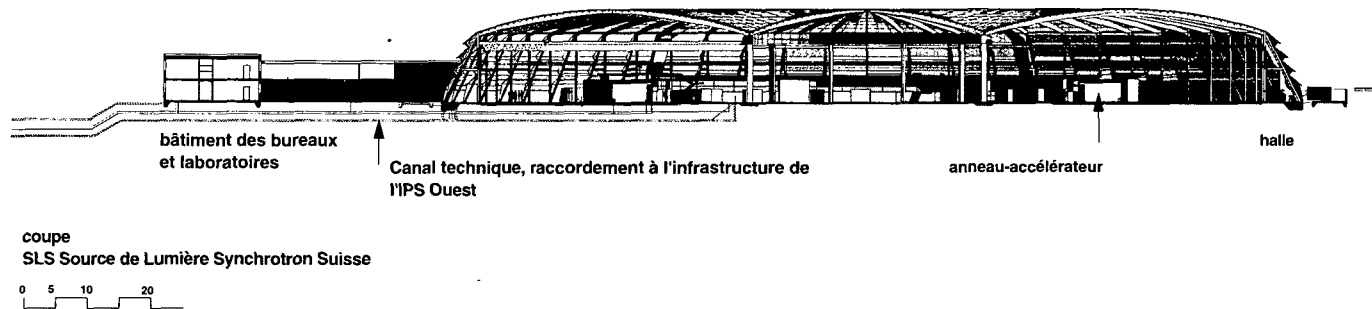


Fig. 4c: Façades, coupe de l'installation



213 Volet système de la SLS

Dans le volet système, on distingue la source de lumière (ch. 213.1) et les lignes de faisceaux avec l'infrastructure expérimentale (ch. 213.2).

213.1 Source de lumière

La source de lumière comprend l'*anneau de stockage d'électrons* - c'est le coeur de l'installation -, un *pré-accélérateur* et un *accélérateur principal* (appelé „*booster*"), qui donnent aux électrons la vitesse finale souhaitée et les dirigent dans l'anneau de stockage. Les figures 4b et 6 montrent le plan de l'installation SLS.

Le pré-accélérateur est un accélérateur linéaire d'une énergie de 100 MeV. Le booster reprend les électrons de l'accélérateur linéaire et les accélère à 2.1 GeV. Un conduit de faisceau spécial transfère les électrons accélérés par le booster dans l'anneau de stockage. Dans cette solution innovatrice et financièrement avantageuse, le booster se trouve dans le même tunnel que l'anneau de stockage. La qualité de son faisceau garantit une injection très efficace dans l'anneau de stockage et ouvre des possibilités de développement futures.

L'anneau de stockage a une circonférence d'environ 288 m. Dans les tronçons courbes sont montés des aimants normaux et des aimants supraconducteurs qui produisent du rayonnement X dur. Il est prévu d'intégrer dans les tronçons droits de l'anneau de stockage - qui peuvent atteindre 12 m - des onduleurs et des aimants de déflexion permettant de produire des faisceaux d'une intensité encore plus élevée. Comme l'anneau de stockage représente un important investissement financier dans le cadre du projet SLS, l'installation est optimisée de manière à obtenir la meilleure qualité possible des faisceaux pour une grandeur donnée de l'anneau de stockage.

La très haute brillance du rayonnement synchrotron produit (fig. 5) permet de procéder à des expériences avec une très bonne résolution et offre ainsi la possibilité d'examiner des échantillons particulièrement petits. Par ailleurs, la possibilité de réaliser des mesures de durée extrêmement brève peut revêtir une grande importance. En outre, une haute brillance est décisive pour obtenir un degré élevé de cohérence du rayonnement synchrotron. Ce dernier a alors des propriétés analogues à celles d'un faisceau laser et permet également l'application de nouvelles techniques d'imagerie comme celles de l'holographie.

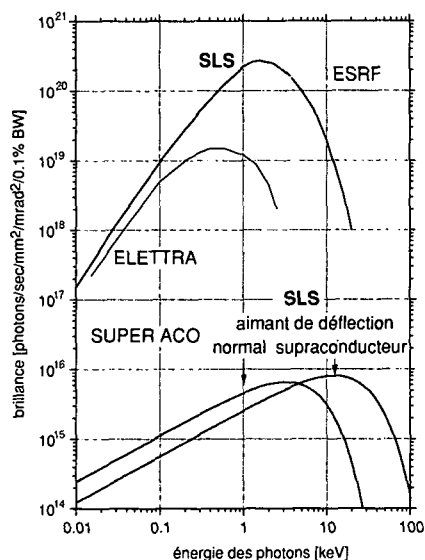


Fig. 5: La brillance du rayonnement synchrotron sortant des onduleurs et des aimants de déflexion de la SLS, représentée dans une plage spectrale de quatre puissances de dix. Pour comparaison, le schéma indique aussi les valeurs de brillance sortant des onduleurs d'autres sources de lumière synchrotron modernes. Une brillance élevée est aujourd'hui particulièrement demandée par les chercheurs dans les centres de rayonnement synchrotron. Elle permet des mesures plus précises de structures et rend possibles des mesures de processus extrêmement rapides. Les propriétés de la SLS surpasseront nettement toutes les sources nationales construites à ce jour. En Europe, seul l'ESRF obtient une brillance encore plus élevée aux très hautes énergies des photons. L'ESRF a été optimisé à cet effet. La SLS obtiendra des valeurs de brillance élevées même avec des aimants de déflexion normaux et supraconducteurs. Ces lignes de faisceaux sont principalement utilisées pour la production de structures à l'échelle du millièmètre jusqu'au millièmètre de millièmètre.

Une propriété importante du projet SLS réside dans la longueur des tronçons droits, qui ouvrent la voie à de nouveaux développements innovateurs. C'est ainsi qu'on envisage le montage d'un très long onduleur électromagnétique avec une période de 200 mm, capable de fournir une source de rayonnement de la plus haute brillance avec une cohérence totale jusqu'à 100 eV - avec polarisation circulaire ou linéaire. La lumière synchrotron à polarisation circulaire se développe de plus en plus comme un moyen permettant d'explorer les propriétés magnétiques de la matière, et très recherché à ce titre.

C'est tout particulièrement pour les expériences aux exigences très élevées que les mini-onduleurs offriront des sources d'excellente brillance dans la plage de rayonnement X autour de 10 keV.

Une autre propriété très importante de la SLS est la structure temporelle du rayonnement. Les impulsions de lumière synchrotron de quelques picosecondes peuvent être livrées selon une séquence flexible déterminée par les utilisateurs.

213.2 Lignes de faisceaux et infrastructure expérimentale

Une ligne de faisceau se compose de la structure magnétique (p.ex. de ce qu'on appelle un onduleur) dans lequel le rayonnement synchrotron est produit puis conduit hors de la trajectoire des électrons stockés, d'un premier miroir réfrigéré, d'un monochromateur qui choisit la longueur d'onde, d'un deuxième miroir focalisant et d'une ou de plusieurs stations d'expérimentation. A cet ensemble s'ajoutent différentes composantes pour le vide (pompes et soupapes) ainsi que des installations techniques de protection.

La figure 6 montre le plan de l'installation de la SLS avec les différents paramètres essentiels du volet système et un scénario de lignes de faisceaux possibles dès la mise en service de l'installation pour répondre aux souhaits actuellement connus d'utilisateurs externes.

Durant les années qui suivront la mise en service, l'installation répondra aux souhaits d'autres utilisateurs, par exemple:

- Développement de la ligne de faisceau pour la spectromicroscopie et les analyses de spin
- Ligne de faisceau pour les analyses de structure avec résolution temporelle
- Ligne de faisceau pour les processus in situ et pour la production de structures MOCVD
- Autres lignes de faisceaux pour répondre à des demandes spécifiques de l'industrie

Les lignes de faisceaux existantes seront développées régulièrement en fonction des besoins des utilisateurs. Il est prévu d'ajouter une ligne de faisceau par année.

Le rayonnement aux aimants de déflexion de la SLS tiendra compte des exigences d'un grand nombre d'expériences. Par exemple, les rayons émis aux aimants normaux de déflexion se prêtent bien aux applications de la micromécanique et de la microfabrication. Les études cristallographiques (p.ex. de protéines macromoléculaires) sont encore largement réalisées aujourd'hui sur des installations qui présentent une brillance plutôt modeste. Les chercheurs de ce domaine acceptent des réductions de brillance très importantes lorsque les sources sont sur place et accessibles en permanence. Les faisceaux de la SLS issus des aimants de déflexion supraconducteurs amélioreront massivement les possibilités de recherche dans ce domaine en Suisse.

Le choix et la marche à suivre détaillée lors de la définition des lignes de faisceaux seront fixés par un comité international institué pour la SLS et dénommé „Scientific Advisory Committee“, ainsi que par le Conseil des EPF, le Fonds national suisse et les utilisateurs. Les demandes d'accès aux possibilités d'expérimentation avec les lignes de faisceaux seront également évaluées par une instance internationale. Le traitement sera le même pour les chercheurs de l'IPS et les chercheurs de l'extérieur. La recherche industrielle sera traitée séparément.

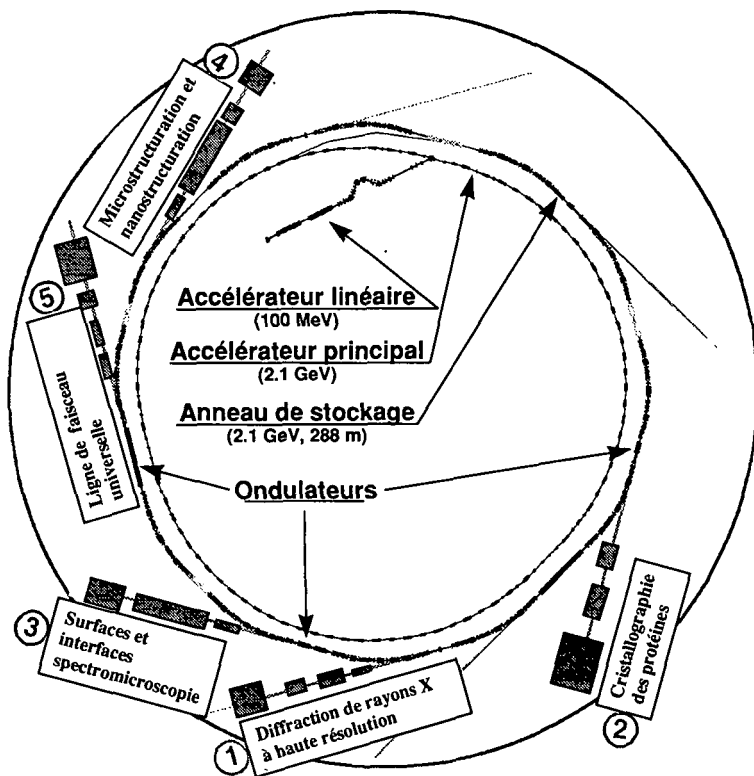


Fig. 6: Plan de l'installation SLS avec pré-accelérateur (accélérateur linéaire), booster (accélérateur principal) et anneau de stockage. Les lignes de faisceaux qui sortent des onduleurs et des aimants de déflexion sont esquissées en pointillé. La figure montre une disposition possible lors de la mise en service de la SLS, à savoir:

- Une ligne de faisceau (no 1) pour la diffraction de rayons X à haute résolution, attachée à un aimant de diffraction supraconducteur avec flux élevé et énergies photoniques de 5 à 50 keV, pour la diffraction de poudres et la diffraction de Laue, pour l'étude de la structure de matériaux solides et de substances revêtant une importance technologique.
- Une ligne de faisceau (no 2), optimisée pour obtenir la plus haute brillance dans la plage des photons de 7 à 17,5 keV pour la détermination des structures des plus grandes protéines et des molécules biologiques.
- Une ligne de faisceau (no 3) attachée à un onduleur produisant une haute brillance, dans la plage d'énergie de 20 à 2000 eV, avec rayonnement à polarisation circulaire, qui peut être utilisée pour la recherche sur les surfaces et les interfaces (p.ex. pour l'étude des propriétés électroniques et magnétiques) et pour la spectroscopie.
- Une ligne de faisceau (no 4) attachée à un aimant de diffraction normal à flux élevé dans le domaine d'énergie inférieur à 3 keV, pour les procédés lithographiques LIGA et autres, pour la production de masques et la structuration à l'échelle micrométrique et nanométrique, pour des besoins de fabrication, industriels notamment.
- Une ligne de faisceau (no 5) attachée à un long onduleur pour différentes expériences d'un grand nombre d'utilisateurs de l'extérieur, par exemple pour l'étude et le développement de nouveaux composants de lignes de faisceaux et de nouvelles méthodes d'expérimentation.

Outre les lignes de faisceaux, l'infrastructure et la fonction de service seront également développées à la SLS dans le cadre de la recherche qui y est actuellement effectuée. L'„optique des rayons X“ et le „développement de détecteurs“ constitueront deux priorités. Il est nécessaire d'agir sur une vaste échelle au niveau international dans ces domaines, car les remarquables propriétés des nouveaux anneaux de stockage déboucheront sur de nouveaux types de lignes de faisceaux. La SLS pourrait devenir un „centre d'excellence“ dans ces domaines à l'échelle mondiale.

Les mesures en matière d'infrastructure comprennent l'agrandissement des salles blanches pour les essais de structuration à l'échelle micrométrique et nanométrique ainsi que pour l'analyse de surfaces et la construction de laboratoires en dépression équipés des installations nécessaires pour l'étude des systèmes biologiques. On peut recourir en partie à l'infrastructure actuelle de l'IPS. S'y ajouteront des installations d'ajustement et de jaugeage pour les éléments optiques (grilles, monochromateurs, miroirs, etc.) et les ordinateurs et réseaux nécessaires à la saisie et à l'exploitation des données, puis au traitement et à l'animation des images. Ces deux derniers aspects sont importants pour les prestations de service que l'IPS entend fournir à l'industrie, notamment aux PME.

214 Sécurité

La sécurité d'une source de rayonnement synchrotron revêt différents aspects:

- La source de rayonnement synchrotron peut être comparée à un très grand tube à rayons X. Dès que le courant nécessaire à l'exploitation de cette installation est coupé, il n'y a plus de rayonnement.
- La puissance totale du rayonnement synchrotron produit par la SLS, environ 250 kW, correspond à peu près à la puissance de 100 tubes de rayons X conventionnels tels qu'on les utilise dans les laboratoires médicaux et autres. Mais contrairement au rayonnement des tubes à rayons X, celui qui est produit par la SLS est focalisé comme les rayons laser et le faisceau atteint ainsi une densité de puissance environ 10 milliards de fois plus élevée.
- Une couche de plomb de 5 mm suffit pratiquement à contenir le rayonnement synchrotron produit par la SLS. Aucun rayonnement synchrotron ne parvient à l'extérieur de l'installation.
- Le blindage contre les électrons à haute énergie est assuré - comme dans le cas des centaines d'accélérateurs d'électrons conventionnels en service - par des murs de protection en béton.

Les risques liés aux installations de rayonnement synchrotron correspondent donc à ceux des accélérateurs d'électrons couramment utilisés dans la recherche et l'industrie. Sur la base des expériences faites avec ces installations, on peut exclure tout danger pour la zone avoisinante. La construction et l'exploitation de sources de lumière synchrotron requièrent une autorisation officielle (l'instance compétente, dans le cas de l'IPS, est l'Office fédéral de l'énergie). Le rapport sur la sécurité de la SLS requis pour cette demande d'autorisation sera prêt en avril 1997.

L'ensemble du projet est très soigneusement étudié, tant du point de vue des questions énergétiques que de son influence sur l'environnement.

Le bâtiment se distingue par la qualité esthétique de son architecture, le choix très soigneux de matériaux écologiques et une solution simple et moderne pour les installations techniques, dont la consommation d'énergie est minimale et les coûts d'exploitation relativement bas malgré la modestie des investissements. La source de lumière consomme environ 4 MW, ce qui correspond à peu près à la consommation d'une locomotive moderne de la ligne du Saint-Gothard en charge.

Le rayonnement produit dans la SLS est maintenu dans les limites de l'installation par des dispositifs de blindage. Les limites actuellement imposées par les autorités au périmètre de l'IPS ne posent pas de problèmes. L'exploitation de la SLS ne produit pas d'émissions qui nécessiteraient des mesures spécifiques. Le personnel qui travaillera dans l'installation sera placé sous la surveillance du service IPS de protection contre le rayonnement, comme les autres collaborateurs.

L'interaction entre les électrons à haute énergie qui circulent dans la SLS et la matière produit une gerbe électromagnétique. Il n'y a pas d'„interaction forte“ susceptible d'entraîner la formation de grandes quantités de substances radioactives. C'est pourquoi, comparativement aux accélérateurs de protons exploités par l'IPS, la matière activée est mille fois moins importante. Les déchets radioactifs qui devront être éliminés sont réduits d'autant. On ne doit s'attendre qu'à la formation de quelques mètres cubes de déchets faiblement radioactifs. L'IPS dispose déjà des installations nécessaires au traitement convenable de ces déchets.

216 Calendrier

Le calendrier de réalisation du projet SLS est présenté à la figure 7. Il repose sur l'hypothèse que les travaux de construction pourront commencer immédiatement après la décision des Chambres fédérales. Entre-temps, les travaux de planification - qui incluent une planification préalable de la construction et de l'exécution - seront poursuivis jusqu'au stade de l'appel d'offres. Les dépenses y relatives font partie de l'ensemble du projet; elles s'élèvent à environ 2 millions de francs et proviennent du budget de l'IPS.

Parallèlement à la construction du bâtiment après la décision des Chambres fédérales, il faudra encore passer la commande relative aux composants du système. On estime à deux ans la durée des travaux de construction du bâtiment. On pourra ensuite entamer le montage des composants du système. En dernier lieu seront montées les lignes de faisceaux ainsi que les premières installations d'expérimentation. Selon le calendrier, la SLS sera terminée au milieu de 2001 et mise en service avec un premier équipement d'expérimentation de quatre à cinq lignes de faisceaux.

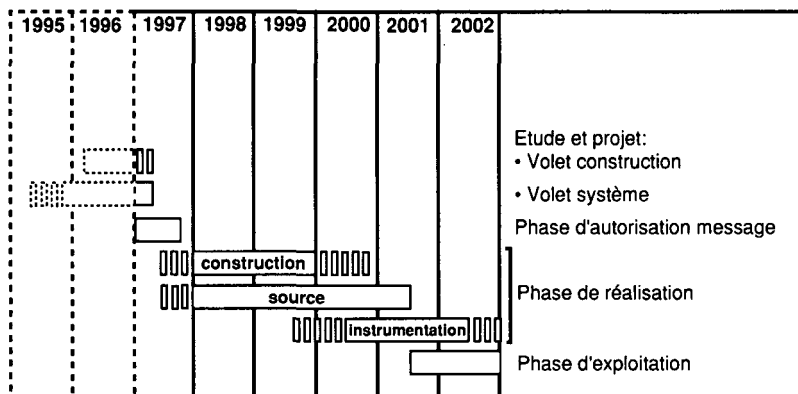


Fig. 7: Calendrier de réalisation de la SLS. On estime que les travaux dureront quatre ans après l'autorisation par les Chambres fédérales. La SLS devrait être en exploitation dès 2001.

La durée d'exploitation d'une source de lumière synchrotron est d'au moins 20 ans. Durant cette période, on la développe régulièrement pour pouvoir offrir aux chercheurs les techniques les plus récentes. L'installation de lignes de faisceaux et d'équipements d'expérimentation supplémentaires progressera également tout au long de ces années. Le développement régulier et la prise en considération des développements techniques peuvent prolonger de dix ans et plus la durée d'exploitation de telles installations - grâce à une planification initiale suffisamment souple.

22 Commentaire des articles de l'arrêté fédéral

Le présent dispositif d'arrêté reflète les efforts déployés par le Conseil des EPF et l'Administration fédérale des finances pour assurer le financement de ce grand projet dans le cadre des plans financiers actuels. D'importants transferts internes de ressources ont permis de ne pas demander de moyens supplémentaires.

Article premier

Par le présent message, nous proposons aux Chambres fédérales deux crédits d'engagement d'un montant total de *159 millions de francs*:

- a. pour le *volet construction* de la SLS, un crédit d'engagement de *63 millions de francs* (60 mio. de fr. pour la construction et l'infrastructure technique, 3 mio. de fr. pour l'acquisition de 2 ha de terrain à bâtir supplémentaire);
- b. pour le *volet système* de la SLS, un crédit d'engagement de *96 millions de francs* (dont 68 mio. de fr. pour la source, 4 mio. de fr. d'équipement initial pour le système et 24 mio. de fr. d'infrastructure expérimentale pour quatre ou cinq lignes de faisceaux).

Sur les *60 millions de francs* du *volet construction*, l'abandon d'un projet déjà approuvé de laboratoire qui devait être construit à l'ouest de l'IPS (FF 1991 I 253), permet de réallouer 13 millions de francs à la SLS. Les 47 millions restants sont déjà inscrits dans le plan d'investissement des constructions civiles de l'Administration fédérale des finances.

Le financement du *volet système* est entièrement assuré par des moyens du domaine des EPF figurant déjà dans le budget 1997 et dans la planification financière des années suivantes. Ces *96 millions de francs* seront dégagés comme suit, en définissant clairement des priorités et postériorités au sein du domaine des EPF:

- *42 millions de francs* proviennent des ressources de l'IPS. Sur ce chiffre, 2 millions de francs sont préfinancés par un prêt sans intérêt du canton d'Argovie. Ils devront être remboursés par l'IPS en quatre tranches annuelles à partir de l'année 2005.
- *50 autres millions de francs* seront par ailleurs compensés parce que d'autres institutions du domaine des EPF renonceront à des ressources en faveur de l'IPS.
- *4 millions de francs* seront obtenus dans le domaine des EPF, par compensation en matière d'équipement initial de nouveaux bâtiments. Comme nous l'avons indiqué plus haut, l'abandon du projet de construction d'un laboratoire à l'ouest de l'IPS (FF 1991 I 253) permettra de récupérer ce montant.

L'article 25, 1er alinéa de la loi sur les finances de la Confédération (RS 611.0) impose de proposer un crédit d'engagement même pour des moyens déjà inscrits dans le budget et le plan financier du domaine des EPF. C'est pourquoi nous ne demandons pas le crédit d'engagement pour le volet construction dans un message sur les constructions civiles, mais, en raison de l'unité de matière, présentons les deux crédits dans un même arrêté fédéral. Cela permet aussi de répondre aux interventions parlementaires présentées au chiffre 16.

Article 2, 1er alinéa

Compte tenu de la difficulté qu'il y a à opérer une nette distinction entre le volet construction et le volet système, nous demandons aux Chambres fédérales d'autoriser le Conseil des EPF et l'Administration fédérale des finances à effectuer de petits transferts entre les deux crédits d'engagement, en fonction des besoins.

2e alinéa

Les crédits de paiement du volet construction (63 mio. de fr. au total) sont inscrits dans le budget annuel de l'Administration fédérale des finances (constructions civiles, rubrique 601.4000.003); les crédits de paiement du volet système (96 mio. de fr. au total) sont intégrés dans le budget annuel de l'IPS (rubrique nouvelle).

Par arrêté fédéral du 24 janvier 1991 (FF 1991 I 253), les Chambres fédérales avaient approuvé un crédit d'engagement de 13 millions de francs pour la construction d'un laboratoire à l'ouest de l'IPS. (S'y ajoutaient 4 millions de francs d'équipement initial de ce laboratoire, inscrits dans le plan financier du Conseil des EPF.) Compte tenu du recentrage des activités de l'IPS mentionné au chiffre 142 et de la révision du plan 1996-1999 du domaine des EPF, la réalisation de ce projet a été abandonnée au profit de la construction de la SLS. Nous proposons donc d'abroger l'arrêté fédéral susmentionné et d'allouer en compensation ce crédit d'engagement à la construction de la SLS.

3 Conséquences

31 Conséquences financières

Le financement de l'installation est intégralement assuré, à hauteur de 159 millions de francs, sur des moyens figurant déjà dans le budget 1997 et dans la planification financière des années suivantes de l'Administration fédérale des finances et du domaine des EPF. Ces chiffres se fondent sur des estimations de coûts, état 1995, y compris la taxe sur la valeur ajoutée. Les surcoûts dus au projet et au renchérissement seront contenus par la fixation de priorités et des adaptations techniques.

La figure 8 présente le financement (origine des moyens) et l'allocation des moyens aux diverses parties du projet SLS.

SLS, Financement (en millions de francs)

Financement (origine des moyens)	Structure du projet allocation des moyens					
	acquisition de terrains	construction	volet système	lignes de faisceaux	lignes à usage industriel	
Crédit inscrit à l'Administration fédérale des finances	63					
Constructions civiles (1)	63	3	60			
Crédit inscrit au domaine des EPF	96					
IPS (2), (3)	96			72	24	
Financement fédéral total	159					
Moyens extérieurs (participation de l'industrie)	9					9
SLS-IT SA	9					
Total	168	3	60	72	24	9

(1) 13 millions récupérés par compensation par l'abandon d'un bâtiment de laboratoires à l'ouest de l'IPS

(2) inclut un prêt sans intérêt du canton d'Argovie (2 millions), remboursable par l'IPS à partir de 2005

(3) 4 millions récupérés par compensation pour premiers équipements de nouvelles constructions par l'abandon d'un bâtiment de laboratoires à l'ouest de l'IPS

Fig. 8: Financement et structure du projet SLS.

La réalisation de la SLS sera en majeure partie financée par les moyens du domaine des EPF (96 mio. de fr.). 63 millions de francs sont inscrits dans le plan d'investissement des constructions civiles. Cet investissement de 159 millions de francs suffit pour que la source de lumière, avec quatre ou cinq lignes de faisceaux, soit parfaitement opérationnelle pour la recherche universitaire. Les lignes et équipements à usage spécifiquement industriel de la SLS doivent être financés sur des apports extérieurs (9 mio. de fr. environ); ces moyens seront obtenus par le canal d'une société anonyme constituée dans ce but: la SLS-TechnoTrans SA.

En outre, il est prévu de construire à la SLS une ou deux autres lignes de faisceaux jusqu'en 2001, à un coût de *9 millions de francs* supplémentaires financés au moyen de *ressources fournies par des tiers*: Ces faisceaux seront utilisés en fonction des besoins d'applications industrielles spécifiques. Leur financement se fera par la Société Transfert de Technologie (SLS-TechnoTrans SA) nouvellement constituée. Cette société devra assurer la création des installations appropriées, en particulier de ces deux lignes de faisceaux supplémentaires. Avec les moyens fédéraux, l'investissement total se monte ainsi à *168 millions de francs*.

32 Coûts d'exploitation

Les 23 millions de francs de coûts d'exploitation annuels de la SLS (dépenses de personnel comprises, indice 1995) seront financés sur le budget ordinaire de l'IPS à partir de la mise en service de l'installation, en 2001. Sur ce total, les dépenses d'énergie représentent 3 millions de francs, les dépenses de personnel 12 millions de francs et les dépenses de matériel 8 millions de francs. Leur prise en charge sera assurée par des transferts internes au sein de l'IPS (voir ch. 143). Ces moyens permettront d'assurer l'exploitation des quatre ou cinq premières lignes, l'assistance technique et scientifique nécessaire aux chercheurs travaillant sur l'installation, ainsi que le développement de cette dernière en fonction des besoins.

33 Effets sur l'état du personnel

Pendant la phase de réalisation, et ensuite pour l'exploitation, les besoins annuels en personnel représenteront l'équivalent de 110 années-personnes jusqu'en 2001. Les moyens nécessaires seront dégagés sur les crédits du budget ordinaire de l'IPS. Ce dernier prendra donc entièrement à sa charge les effets de la construction et de l'exploitation de la SLS sur l'état du personnel. Il n'y aura ainsi aucune répercussion directe sur l'état du personnel à attendre en dehors du domaine des EPF.

34 Frein aux dépenses

Le projet est soumis à l'article 88, 2e alinéa de la constitution, car il implique une dépense unique excédant 20 millions de francs. Il doit donc être adopté à la majorité de tous les membres des Chambres fédérales.

4 Programme de la législature

Cet objet ne figure pas dans le rapport sur le programme de la législature 1995 - 1999, appendice A2 „Affaires parlementaires”. étant donné que le volet système est financé par les moyens du domaine des EPF et que les crédits d'engagement pour la construction, qui sont régis par des plans d'investissement civils, n'ont pas été inclus dans l'appendice A2. Le projet est conforme à l'objectif 8 „Renforcement de la place universitaire et de recherche Suisse”.

5 Constitutionnalité et bases légales

Le présent projet se fonde sur les articles 27, 1er alinéa (droit de la Confédération de gérer le domaine des EPF), et 27 sexies (encouragement de la recherche scientifique) de la constitution fédérale.

Sont également déterminants:

- la loi sur les EPF (RS 414.110);
- les articles 25, 27 et 30, 3e alinéa, de la loi sur les finances de la Confédération (RS 611.0);
- l'article premier, 1er alinéa, de l'arrêté fédéral du 6 octobre 1989 concernant les demandes de crédits d'ouvrages destinés à l'acquisition de biens-moyens ou à des constructions (RS 611.017).

La compétence de l'Assemblée fédérale d'octroyer les crédits sollicités découle de l'article 85, chiffre 10, de la constitution. Conformément à l'article 8 de la loi sur les rapports entre les conseils (RS 171.11), l'acte législatif revêtira la forme d'un arrêté fédéral simple qui n'est pas sujet au référendum.

Aimant de déflexion: aimant forçant les électrons à suivre une trajectoire circulaire dans l'anneau de stockage. Les électrons circulent en émettant un spectre continu de lumière synchrotron. Suivant les besoins, on utilise des aimants normaux ou supraconducteurs.

Anneau de stockage: anneau doté d'aimants et d'autres dispositifs dans lequel circulent des particules chargées (électrons pour la SLS).

Brillance ou luminosité: propriété déterminante dans la qualité d'une source synchrotron. La brillance décrit le flux de photons par surface et par angle d'émission, c'est-à-dire simultanément l'intensité et la concentration du faisceau synchrotron.

Cohérence: mesure des rapports de phases des photons émis. Exemple: la lumière laser.

Cristallographie aux rayons X: méthode d'analyse de structures atomiques régulières, périodiques.

Cristallographie des protéines: méthode d'étude des macromolécules fondée sur le principe de la diffraction des rayons X.

Diffraction de rayons X: comportement des rayons X propre à la nature de leur onde. La diffraction a lieu lorsque se superposent des ondes diffusées par la structure régulière (périodique) d'un échantillon (cristal). Cette méthode peut aussi être utilisée sur des échantillons polycristallins ou finement broyés (diffractométrie sur substances pulvérulentes).

Energie et longueur d'onde: ces notions sont liées. A une énergie plus élevée correspond une longueur d'onde plus courte.

Faisceau de muons: les muons sont des particules élémentaires comparables à des électrons mais plus lourdes et instables.

Flux de photons: nombre de „particules de lumière“ par seconde.

LIGA: procédé lithographique de production de microstructures.

Lignes de faisceaux: ensemble de dispositifs (aimants, miroirs, monochromateurs) servant à préparer convenablement la lumière synchrotron et à la guider dans l'appareil d'expérimentation.

Lumière synchrotron (ou rayonnement X): rayonnement électromagnétique (lumière visible, par exemple) produit lorsque des électrons circulant rapidement dans un anneau de stockage sont contraints de suivre une trajectoire curviligne.

Microscopie aux rayons X: la faible longueur d'onde du rayonnement synchrotron donne une excellente résolution spatiale, par exemple sur des cellules ou des constituants de cellules. Cela est possible avec un rayonnement synchrotron en environnement réel moyennant une très forte dilution.

MOCVD (Metal-Organic Chemical Vapour Deposition): méthode de dépôt utilisée dans la technologie des semi-conducteurs.

Monochromateur: dispositif de filtrage de longueurs d'onde données, fondé sur le principe de la diffraction sur une grille ou un cristal permettant de sélectionner la longueur d'onde (énergie) voulue.

Nanoscience, nanotechnique: science et technique portant sur des objets dont les dimensions se situent dans le domaine du nanomètre (millionième de millimètre).

Ondulateurs et wigglers: aimants forçant les électrons à suivre une trajectoire présentant des ondulations très serrées dans l'anneau de stockage. Les ondes émises se superposent de telle sorte que la lumière produite devient très intense et concentrée.

Ordre de grandeur: facteur 10. Par exemple, trois ordres de grandeur signifient mille fois plus.

Photoélectron: électrons arrachés au matériau par de la lumière (synchrotron, par exemple).

Photons: „particules de lumière“, ensembles d'ondes électromagnétiques.

Picoseconde (ps): un millionième de millionième de seconde.

Polarisation: orientation spatiale. Dans la lumière, par exemple, orientation des champs électromagnétiques. La lumière synchrotron présente une **polarisation circulaire** lorsque la direction du champ tourne autour de l'axe de propagation.

Radiographie: procédé de représentation par l'image utilisant l'absorption et la transmission des rayonnements reçus (angiographie, par exemple).

Rayonnement électromagnétique: ondes émises par des champs électriques et magnétiques. A cette catégorie appartiennent le rayonnement synchrotron, mais aussi la lumière visible, la lumière solaire, les ondes radio et les rayons X.

Rayonnement X (dur et mou), ultraviolet lointain (VUV), lumière visible, infrarouge, micro-ondes: répartition de la lumière synchrotron en diverses plages d'énergie.

Résolution: finesse de la mesure du lieu (résolution spatiale), du temps (résolution dans le temps) ou de l'énergie (résolution en énergie), par exemple. Une haute résolution en énergie indique que l'on est en mesure de distinguer de minuscules différences d'énergie.

SINQ: source de neutrons de l'IPS. Ses faisceaux de neutrons servent à l'analyse des structures atomiques géométriques et magnétiques des substances. La SLS et la SINQ se complètent.

Spectroscopie: méthode de mesure utilisée dans tous les domaines des sciences naturelles. Elle permet par exemple de savoir combien de particules d'une expérience ont une énergie donnée (spectre énergétique).

Spectroscopie par absorption de rayons X: renseigne sur l'organisation des divers types d'atomes dans un échantillon, ainsi que sur les liaisons chimiques des atomes absorbants. Ne nécessitant pas de structure organisée, cette méthode est aussi utilisable sur les matériaux amorphes.

Spin: moment de rotation propre d'une particule.

Supraconducteur: matériau présentant une résistance nulle au passage du courant électrique (état lié à la température).

Unité d'énergie (1 eV = 1 électron-volt): l'énergie gagnée par un électron soumis à une différence de potentiel de 1 volt. 1 keV = 1 000 eV; 1 MeV = 1 000 000 eV; 1 GeV = 1 000 MeV.

**Arrêté fédéral
concernant la construction
de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS)
à l'Institut Paul Scherrer (IPS) à Villigen**

Projet

du

*L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse,
vu l'article 85, chiffre 10, de la constitution;
vu le message du Conseil fédéral du 20 novembre 1996¹⁾,
arrête:*

Article premier

¹ Un crédit d'ensemble de 159 000 000 francs est octroyé pour la construction de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) à l'Institut Paul Scherrer (IPS) à Villigen.

² Le crédit d'ensemble est réparti dans les deux crédits d'engagement suivants:

- a. volet construction (achat de terrain inclus) 63 000 000 francs;
- b. volet système 96 000 000 francs.

Art. 2

¹ Le Conseil des EPF peut, en accord avec l'Administration fédérale des finances, effectuer des transferts de peu d'importance entre les deux crédits d'engagement.

² Les crédits de paiement seront inscrits dans les budgets de l'Administration fédérale des finances (volet construction) et de l'IPS (volet système).

Art. 3

Le crédit d'ouvrage de 17 000 000 francs autorisé par l'arrêté fédéral du 24 janvier 1991²⁾ concernant les projets de construction des Ecoles polytechniques fédérales (EPF) et des établissements de recherche qui leur sont rattachés pour le bâtiment de laboratoire sur le site ouest de l'IPS, est supprimé.

Art. 4

Le présent arrêté, qui n'est pas de portée générale, n'est pas sujet au référendum.

N38982

¹⁾ FF 1997 I 745

²⁾ FF 1991 I 253

Message concernant la construction de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) à l'Institut Paul Scherrer (IPS) à Villigen du 20 novembre 1996

In	Bundesblatt
Dans	Feuille fédérale
In	Foglio federale
Jahr	1997
Année	
Anno	
Band	1
Volume	
Volume	
Heft	04
Cahier	
Numero	
Geschäftsnummer	96.093
Numéro d'affaire	
Numero dell'oggetto	
Datum	04.02.1997
Date	
Data	
Seite	745-781
Page	
Pagina	
Ref. No	10 108 892

Das Dokument wurde durch das Schweizerische Bundesarchiv digitalisiert.

Le document a été digitalisé par les Archives Fédérales Suisses.

Il documento è stato digitalizzato dell'Archivio federale svizzero.