



Opinions Libres

le blog d'Olivier Ezratty

Un SOLEIL dans la recherche française

Vendredi dernier, j'ai eu la chance de pouvoir visiter le **synchrotron de lumière SOLEIL**, situé au sud du CEA de Saclay, à Saint Aubin, dans l'Essonne. L'occasion m'en était donnée par une intervention de Roger Fourme, l'un des deux Directeurs Scientifiques de cet établissement. Roger intervenait, comme je venais de le faire la veille sur le thème de "L'anticipation des crises", devant une trentaine d'élèves du MBA d'HEC. Nos deux interventions avaient lieu dans le cadre d'un électif sous la responsabilité de Michel Safars, aussi COO d'INRIA Transfert. Son initiative d'organiser cette petite escapade dans un haut lieu de recherche est assez originale pour être citée.

Le synchrotron SOLEIL sert à générer des faisceaux de lumière très puissants et très denses dans la bande de fréquence allant de l'infrarouge aux rayons X. On le classe dans les "synchrotrons de lumière" par opposition aux accélérateurs de particules, aussi souvent des synchrotrons (de forme circulaire avec accélération). Ces derniers envoient des particules élémentaires les unes contre les autres pour explorer et décortiquer la matière dans l'infiniment petit. Tandis qu'un synchrotron de lumière sert à étudier le contenu de la matière avec de la lumière. Mais son fonctionnement démarre aussi par l'accélération de particules, des électrons.



SOLEIL est un gros projet à l'échelle française. Il représente un investissement d'environ 500m€ – de sa construction jusqu'à 2009 – financés par l'Etat (CNRS, CEA), la région Ile de France et celle du Centre ainsi que par le conseil général de l'Essonne. Son budget annuel de fonctionnement est de moins de 50m€. Par comparaison, le CERN qui est le plus gros centre d'accélérateurs de particules au monde représente un budget annuel de près de 600m€ et il occupe 2400 personnes. La contribution de la France à son financement est de 15%, que l'on retrouve dans le budget de la recherche publique française.

Le centre de recherche Soleil a été **inauguré par Jacques Chirac** le 18 décembre 2006. Il a un statut original

de société privée qui lui donne donc une certaine autonomie de fonctionnement. Le management des quelques 400 personnes du centre fonctionne ainsi sur des bases que l'on retrouve dans le monde de l'entreprise, notamment le recrutement et l'évaluation des collaborateurs.

Il existe une dizaine de centres équivalents à SOLEIL dans le monde, dont un à Grenoble mais qui ne couvre pas l'ensemble des besoins scientifiques en France car la France qui n'est qu'un des contributeurs à son financement ne peut en utiliser que 20% de la capacité. Et les deux synchrotrons sont complémentaires: celui de Grenoble couvre les rayons X "durs" (à forte énergie) et celui de SOLEIL descend plus bas en fréquences, jusqu'à l'ultra-violet, au visible et à l'infrarouge.

A quoi cela sert-il?

Le Centre est un outil de travail pour la recherche fondamentale comme pour la recherche appliquée. Il est mis gratuitement à la disposition des scientifiques français et de manière payante pour les autres.

- Dans la **recherche fondamentale**, SOLEIL permet de mener des expériences dans la physique, la chimie, les sciences des matériaux ainsi que celles du vivant. Il couvre également les sciences de la terre et de l'atmosphère.
- Dans la **recherche appliquée**, SOLEIL couvre la pharmacie, la santé, la chimie, l'environnement, le nucléaire, l'automobile, mais aussi les nanotechnologies, la micromécanique et la microélectronique. Des entreprises privées comme L'Oréal viennent tester les interactions entre leurs cosmétiques et la peau avec cet outil!

Il est fascinant de voir ce que l'on peut faire à partir d'un microfaisceau de lumière! Voici un échantillon de la diversité des applications rien que dans la recherche appliquées industrielle d'un simple faisceau de lumière:

- Transitions de phases des lipides dans le beurre et le chocolat (!)
- Analyse de la fermentation et de la cuisson du pain
- Analyse de l'architecture moléculaire de la peau et des cheveux
- Suivi après application de produits cosmétiques
- Effet du conditionnement sur les cosmétiques
- Etude du vieillissement de médicaments
- Suivi de réactions chimiques en temps réel et mise en évidence de produits transitoires
- Contrôle de contamination métallique dans la micro-électronique
- Vieillissement des matériaux, porosité, diffusion, corrosion
- Analyse de ciments, bétons, notamment de l'effet d'additifs lors de leur prise
- Etudes de fibres naturelles et biomimétiques

Comment cela marche?

Le rayonnement synchrotron est une lumière visible ou invisible émise par des électrons relativistes – dont la vitesse approche celle de la lumière – de très haute énergie. Ces électrons sont lancés par un injecteur dans un anneau de stockage de 180m de diamètre, en fait un polygone donc chaque angle est constitué de puissants aimants qui dévient la trajectoire des électrons et entre certains aimants, de systèmes d'accélération des électrons pour maintenir leur énergie.



En tournant dans le synchrotron, les électrons perdent de l'énergie sous forme de lumière : « le rayonnement synchrotron » qui est dirigé, sélectionné et conditionné par des systèmes optiques vers les stations expérimentales au niveau des lignes de lumière. Il y aura plus d'une vingtaine de telles stations autour du synchrotron, chacune étant dédiée à une expérience donnée.

Le plus mystérieux pour le profane que je suis réside dans le moyen d'analyse des résultats des expériences. Ils semblent relever à la fois de l'imagerie et de la spectrographie. Le centre est ainsi équipé de divers microscopes et spectrographes permettant de mener l'exploration de la matière comme du vivant : micro-spectroscopie infrarouge, spectroscopie ultra-violette, micro-fluorescence rayons X, micro-diffraction par rayons X, radiographies à rayons X, UV ou IR à fort contraste, micro-tomographie.

Le détail des explications est [ici](#)!

Le bâtiment qui loge le synchrotron est situé à peine à 1 Km de la nationale N118, à la hauteur de Gif sur Yvette. Il est assez impressionnant tant de l'extérieur (ci-dessous)...



Qu'à l'intérieur (panoramique ci-dessous). Son architecture est à la mode et "écologique" avec un toit en bois.

Mais avec force isolation car la température interne doit rester à 21°C toute l'année pour stabiliser le faisceau d'électrons. Par ailleurs, les vibrations qui proviennent de la N118 sont absorbées par une dalle de béton de 80cm d'épaisseur et des pieux de plusieurs mètres de profondeur.



On voit ci-dessous l'une des lignes de lumière pilotes :



Et juste après, dans un coin, quelques babasses, probablement les **serveurs de calcul** du centre:



Ce qui était étonnant dans cette visite de SOLEIL qui est tout neuf, c'est de constater le contraste entre l'image poussiéreuse et "pauvre" de la recherche française et la modernité et, au premier abord, les bonnes conditions de travail sur le site. Cela montre que tout n'est pas noir dans la recherche française! Ou qu'il y a des privilégiés...

La conférence de Roger Fourme

Roger nous a surtout expliqué l'origine du centre, son utilité scientifique autant dans la recherche fondamentale que pour la recherche appliquée. Il nous a décrit le mode de fonctionnement du centre qui est encore en phase de "bêta test" avec quelques lignes de lumières en test. L'ensemble sera opérationnel courant 2007 et les lignes de lumière seront ajoutées progressivement pour dépasser la vingtaine.



Roger Fourme – tout comme Michel Safars – souhaitaient surtout faire passer un message sur le besoin de mieux relier la recherche aux entrepreneurs. Les nombreux exemples d’application des recherches menées au sein de SOLEIL étaient de bons exemples de ce lien potentiel.

Roger a aussi raconté les aléas politiques qui ont retardé la construction de SOLEIL entre 1997 et 2000. Claude Allègre qui était alors en charge du Ministère de l’Education et de la Recherche s’y était opposé. Il préférait une solution de mutualisation avec les anglais de cet investissement coûteux, approche au passage similaire à celle de sa grande amie Ségolène Royal sur la construction du second porte avions nucléaire français. Mais cette mutualisation n’avait finalement pas beaucoup de sens au vu de la capacité de “production” de chaque centre et des besoins de chaque pays. Résultat, la construction a été relancée après le départ d’Allègre, provoqué pour d’autres raisons d’ailleurs, par son remplaçant Roger-Gérard Schwarzenberg.

Roger Fourme a aussi insisté sur le rôle critique de la recherche fondamentale dans l’innovation et sur le besoin de faire plus confiance aux chercheurs dans les équipes de management des entreprises. Il dénonce au passage le système des grandes écoles, qui ont un quasi-monopole d’approvisionnement des “classes dirigeantes”. Mais des établissements qui ne poussent pas une culture de la recherche alors que celle-ci est bien plus valorisée ailleurs. Aux USA, un PhD a de la valeur. En Allemagne, un patron est souvent un “Doctor”.

Comme chaque maillon de la chaîne de l’innovation, il prêche un peu pour sa chapelle. J’ai tendance à penser que ce qui pourrait améliorer la production et la diffusion d’innovations en France relève plus de l’intégration entre les maillons que l’investissement proprement dit dans chaque maillon. Il faut rapprocher les chercheurs des “gens du business”, faire découvrir le monde de l’entreprise aux chercheurs, les décloisonner, créer des pôles d’excellence (compétitivité?) où les disciplines et les métiers se rencontrent.

Le cercle vertueux de l’innovation est assez subtil et entremêlé. Si on prend l’exemple souvent référé des USA, nous avons une combinaison entre:

- Des **universités privées** qui font de la recherche de très haut niveau et sont financées à la fois par des entreprises, des contrats publics, et les anciens élèves dont les dons sont défiscalisés. Une université comme Harvard gère un fond de placement de \$20B (20 milliards), qui finance son fonctionnement et les bourses des élèves!
- Des **universités pluridisciplinaires** capables de rassembler une masse critique de talents (du monde entier) dans les sciences, le business, le droit, la santé. Ainsi, il est plus facile là bas de lancer un projet, notamment de création d’entreprise, avec les talents nécessaires qui sont “sous la main”.
- Des **étudiants** qui payent leurs études, sont sélectionnés à l’entrée et sont considérés comme étant des clients. Ce qui crée, au moins au niveau des universités les plus prestigieuses, un système de sélection similaire à celui des grandes écoles en France. Et au passage génère un très haut niveau d’exigence pour les enseignants-chercheurs.
- Des **prêts bancaires et bourses** qui limitent les effets de la sélection sociale.
- Des **pépinières d’entreprises** autour des universités. La plus connue étant la Silicon Valley, située autour de Stanford. Mais aussi la région de Boston avec le MIT et Harvard. Et il n’y en a pas 67...
- Des investisseurs en **capital risque** qui en sont à leur dixième génération d’investissements. Leur cadre juridique a été créé par le fameux Small Business Act dont la première mouture a été votée en 1953. Deux ans avant la naissance de Nicolas Sarkozy... !

- Le plus grand **marché intérieur** homogène au monde. Alors que la France vit dans l'illusion de son marché intérieur, ni trop petit pour s'en détacher, ni assez grand pour en vivre sainement.

Et j'en oublie sûrement. On peut aussi ajouter des aspects culturels comme une relation à l'argent et à la réussite sans commune mesure avec celle de la culture française. Et puis, bien entendu, le rôle de la langue anglaise.

Mais on sait que le modèle américain n'est ni parfait ni pérenne. Son enseignement secondaire se porte mal, comme chez nous. Et les pays d'Asie les concurrencent autant en qualité qu'en quantité.

Pour revenir à SOLEIL, il a le bénéfice d'un endroit bien choisi: au centre de la silicon valley universitaire française avec la Fac d'Orsay, Supélec, Polytechnique, le CEA, HEC, tout cela à quelques kilomètres à la ronde. Il ne reste plus que des startups et quelques CISCO ou Google, et cela serait parfait...

Cet article a été publié le 26 mai 2007 et édité en PDF le 25 décembre 2021.
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>