



## **Une équipe franco-japonaise démontre expérimentalement un nouveau concept de laser à électrons libres (LEL)**

*Une équipe franco-japonaise a réussi à produire un rayonnement cohérent et intense dans le domaine de l'ultra-violet extrême. Un résultat qui valide le concept développé pour le projet « ARC-EN-CIEL », source de lumière de 4<sup>ème</sup> génération imaginée par les équipes françaises du rayonnement synchrotron.*

En 2003, des équipes françaises (CEA et SOLEIL) et japonaises (SCSS - SPring-8) décident de démontrer que le concept de laser à électrons libres, au cœur du projet français ARC-EN-CIEL, permet d'obtenir une source de lumière plus performante, plus compacte, moins coûteuse et complémentaire des lasers à électrons libres jusque-là développés. C'est aujourd'hui chose faite, en tout cas pour la production de lumière ultra-violet extrême (de 160 à 30 nm). L'objectif à moyen terme est d'obtenir des résultats d'aussi bonne qualité pour de plus courtes longueurs d'onde, dans le domaine des X-mous particulièrement adapté aux études en biologie.

### **Des sources de lumière laser issues des accélérateurs de particules**

Les LEL sont des sources de lumière basées sur des accélérateurs d'électrons qui produisent des flashes de lumière très brillants et très courts (de l'ordre de la dizaine de femto secondes), aux caractéristiques comparables à celles d'un laser (pour la cohérence notamment).

Aujourd'hui, plusieurs projets de LEL de très courtes longueurs d'onde sont développés dans le monde. Ils s'appuient sur une émission de lumière dite autoamplifiée : des électrons de haute énergie produits par un accélérateur interagissent avec le rayonnement qu'ils émettent quand on fait osciller leur trajectoire dans des dispositifs magnétiques appelés onduleurs. Ce sont les SASE, pour « self-amplified spontaneous emission », présents notamment en Allemagne (FLASH) ou au Japon (prototype de l'accélérateur SCSS).

### **Un concept novateur développé pour le projet ARC-EN-CIEL**

Le projet ARC-EN-CIEL repose quant à lui sur un concept différent : il propose d'augmenter les qualités spectrales et temporelles du faisceau de lumière produit – tout en diminuant la taille de la machine - en substituant à l'auto-amplification une amplification induite par un rayonnement externe. Généré par un laser titane-saphir focalisé dans une cellule de gaz rare, un faisceau d'UV extrême est sélectionné, focalisé et injecté dans le LEL, où il interagit avec les faisceaux d'électrons de l'accélérateur et les regroupe en très petits paquets. Ces paquets d'électrons émettent alors en phase un rayonnement cohérent, de la même longueur d'onde maximale que le faisceau incident initial, et d'intensité très supérieure à celui-ci (x2600), mais aussi au rayonnement obtenu grâce à un SASE « classique ».

### **Bientôt la « fenêtre de l'eau » pour les chimistes et les biologistes**

Il est un domaine d'énergie particulièrement intéressant pour étudier des échantillons organiques complexes, il s'agit de la « fenêtre de l'eau » (autour de 4 nm – soit 280 eV). La prochaine phase expérimentale que mèneront les équipes de Marie-Emmanuelle Couprie de SOLEIL et Toru Hara de SCSS à SPring-8 consiste à générer avec la même cellule laser/gaz un faisceau d'injection de 60 nm (au lieu de 160 nm dans l'expérience actuelle) et de l'injecter dans une succession d'onduleurs qui permettront aux paquets d'électrons de produire un rayonnement X-mous très intense, d'énergie proche de celle de la « fenêtre de l'eau ».

