

Fiche d'information

Laboratoire international de source de rayonnement laser ultrarapide *Advanced Laser Light Source (ALLS)*

Originalité

Unique au monde, le laboratoire ALLS est une importante installation de recherche internationale axée sur la mise en place d'un nouveau type de laser aux applications révolutionnaires. Il permettra le développement de sources de rayonnement allant de l'infrarouge aux rayons X de très haute énergie et produisant des impulsions ultrabrèves. Basée sur le tout-optique, cette approche va révolutionner les sciences physiques, chimiques et biologiques en permettant d'explorer le potentiel de l'imagerie dynamique des molécules et des systèmes complexes qui ne cristallisent pas (protéines).

Objectifs

- Utiliser la puissance et la synchronisation des lasers à impulsions ultrabrèves pour aligner les molécules les plus complexes suivant une direction précise, en contrôler le mouvement, pour ensuite analyser leur structure à travers une image instantanée.
- Étendre les moyens d'observation vers l'infiniment petit (atome) et l'infiniment complexe (structure moléculaire qui ne cristallise pas).
- Contribuer au renforcement de l'industrie des lasers et de l'optique et, par conséquent, de l'industrie photonique canadienne.
- Attirer et former des chercheurs de niveau exceptionnel.

Description de l'infrastructure

Un système laser femtoseconde (un millionième de milliardième de seconde) multi-faisceaux de très haute puissance installé à Varennes, intégrant les plus récents développements de la technologie ultrarapide et disposant d'un ensemble unique de couleurs pour manipuler et sonder la matière. Avec ce grand équipement, les chercheurs pourront travailler dans l'ordre de la femtoseconde et atteindre des durées de l'ordre de l'attoseconde (un milliardième de milliardième de seconde). À titre comparatif, le laser dont dispose actuellement le centre Énergie, Matériaux et Télécommunications, qui est le plus puissant au Canada, équivaut à 1/20 de la puissance de ALLS et à 1/5 de la grosseur de ALLS.

Financement

Près de 21 millions de dollars provenant du Fonds de collaboration internationale de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI).

Partenaires

Ce projet de collaboration internationale regroupe plusieurs institutions canadiennes, ainsi que la plupart des laboratoires d'importance oeuvrant dans le domaine de la technologie laser aux États-Unis, en France, en Autriche, en Suède, en Allemagne, en Italie, en Grèce et au Japon. Ce projet met à profit l'expertise de 72 chercheurs de haut calibre en physique, en laser et optique, en chimie, en informatique, en biologie, en médecine et en biochimie. Le projet ALLS est administré par le centre Énergie, Matériaux et Télécommunications de l'INRS et dirigé par le professeur-chercheur Jean-Claude Kieffer.

Possibilités offertes

Suivre le fonctionnement en temps réel des molécules (cinéma moléculaire), caractériser la structure fine de la matière, étudier en temps réel des mécanismes chimiques et biologiques inaccessibles jusqu'à présent, déterminer la composition des atmosphères stellaires, réduire la taille des équipements (par exemple les scanners), des composants électroniques et des dispositifs photoniques.

Applications

Les caractéristiques du laser ont permis et permettront de développer de très nombreuses applications, notamment dans le domaine biomédical, en métallurgie et en métrologie (science des mesures).

➤ **Imagerie médicale**

- Radiographie de tissus avec très haute résolution (rayons-X)
- Détection plus précoce des calcifications cancéreuses
- Microscopie optique cellulaire
- Imagerie optique non effractive de tumeurs

Des applications des sources X pourront servir à la détection des métastases de très petites dimensions, ce qui devrait permettre un diagnostic précoce du cancer du sein (mammographie). Des applications sont également envisagées pour la microscopie des tissus.

Le laser permet de visualiser l'aspect tridimensionnel de la cellule. La technologie laser constitue également une méthode d'imagerie non destructive, non effractive et sans contact qui permet de visualiser la structure des tissus biologiques sous la peau. Le diagnostic optique est fondé sur les propriétés optiques des tissus. Il rend possible un suivi de longue durée sans danger notable pour le patient.

➤ **Thérapie**

- Protonthérapie pour le traitement de tumeurs
- Chirurgie optique

Les champs laser extrêmes qui peuvent être produits permettront d'accélérer des protons jusqu'à des énergies suffisantes pour envisager le traitement par protonthérapie avec des machines à la fois de petites dimensions et de coût moindre.

Les faisceaux laser ultrarapides sont en quelque sorte de véritables scalpels. Leur précision et leurs caractéristiques permettent de considérer la destruction radicale et brève de la matière avec une très grande précision, limitée là où l'intensité est la plus grande. En effet, ils peuvent traverser des épaisseurs entières pour aller travailler dans la masse sans que ni la surface, ni le chemin traversé ne soient atteints (ex. : chirurgie de la cornée).

➤ **Photonique**

- Accroître la performance des communications optiques et l'intégration de réseaux
- Caractériser et fabriquer les matériaux et dispositifs utilisés dans l'industrie des semi-conducteurs et des télécommunications pour la validation des équipements de production

Le contrôle de dispositifs au moyen de photons et le transfert d'information codée temporellement rendent la photonique ultrarapide extrêmement intéressante pour les nouvelles technologies de télécommunication.

La possibilité de contrôler la structure de la matière et, par conséquent, ses propriétés optiques, sur une échelle de temps très rapide offre de nombreuses possibilités d'application dans le domaine des télécommunications : taux très élevés de transmission de données (systèmes intelligents et commutation ultrarapide).