

ThomX

en 10 questions

Qu'est-ce que ThomX ?

Le projet ThomX est un démonstrateur de source de rayons X de haute intensité et de haute énergie. Cette source, très compacte, utilisera les collisions entre un laser et un faisceau d'électrons pour produire les rayons X, c'est ce qu'on appelle l'effet Compton.

Les rayons X ainsi créés auront une énergie de plusieurs dizaines de keV, c'est-à-dire 10 000 fois plus élevée que la lumière visible. Des rayons X d'une telle énergie et avec une telle intensité sont habituellement produits dans des machines 100 fois plus grosses appelées synchrotrons, comme le synchrotron SOLEIL en France, sur le plateau de Saclay.

Le schéma montre une vue globale de la machine. Les électrons sont produits par un canon à électrons (en bleu en bas à droite de l'image) puis accélérés dans une cavité radiofréquence (représentée en jaune). Au moyen de champs magnétiques, les électrons sont transportés et injectés dans l'anneau (structure hexagonale). Ils sont ainsi stockés pour interagir avec le laser (à la droite de l'anneau). Après 400 000 tours, les électrons sont absorbés et l'on procède à une nouvelle injection.

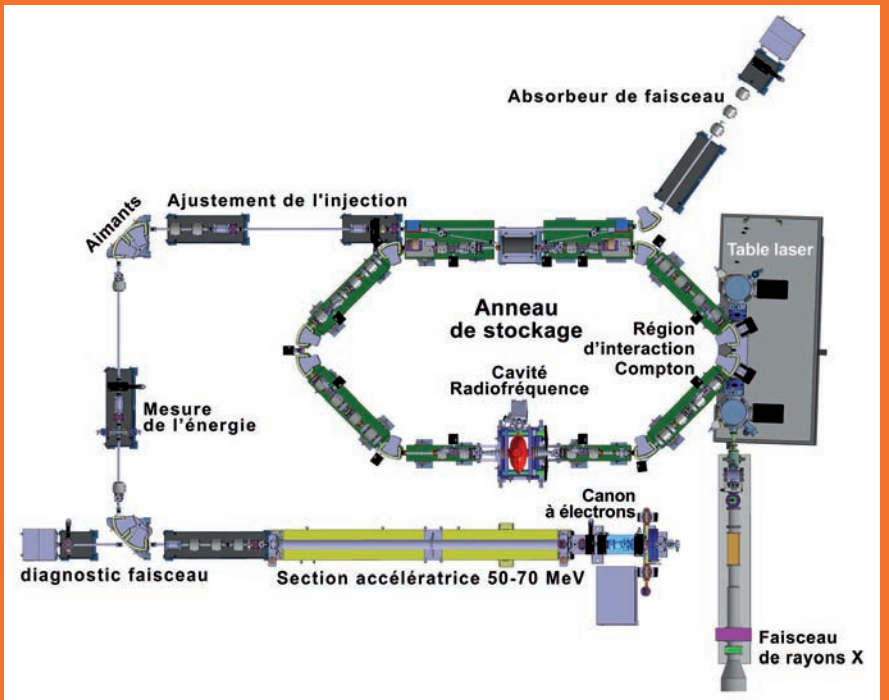
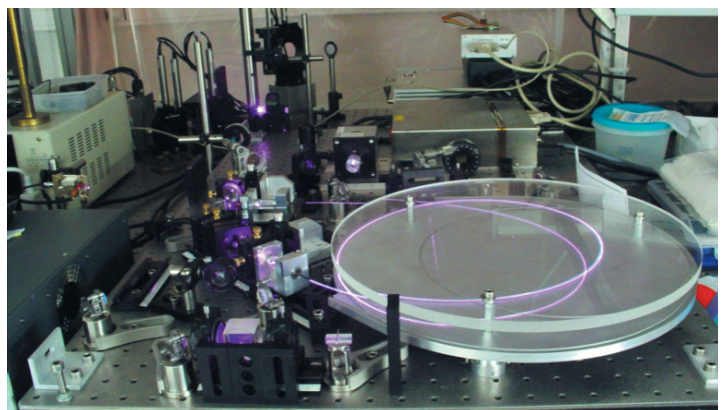
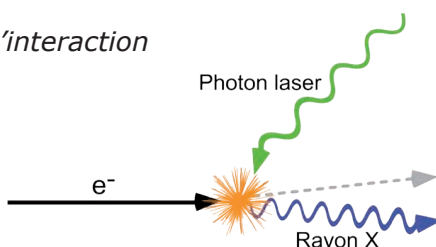


Schéma de la machine ThomX.

Pourquoi une source compacte ?

L'atout principal de ThomX est de fournir une grande variété et qualité de rayons X au moyen d'une machine qui intègre un accélérateur circulaire, un laser de haute puissance et une cavité optique tout en occupant une surface de 100 m² seulement. Avec cet encombrement réduit, une telle machine peut facilement être hébergée dans les locaux d'un laboratoire, d'un hôpital ou d'un musée.

Principe de l'interaction Compton.



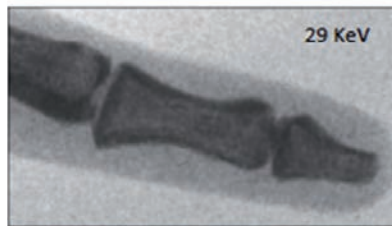
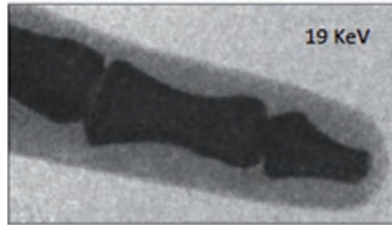
Laser à fibre, similaire à celui qui sera utilisé avec ThomX.

Quels sont les avantages pour le domaine de la santé ?

Il est possible d'utiliser les propriétés des rayons X émis par ThomX pour faire des radiographies du corps humain avec une meilleure résolution pour les détails qu'une radiographie classique. Pour reconstruire ces images, les médecins utilisent à la fois la quantité de rayons X ayant traversé le corps humain (comme dans une radiographie classique) mais aussi les changements subis par ces rayons X lors de leur propagation (modification de phase), ce qui donne des informations supplémentaires sur les organes traversés. C'est ce qu'on appelle le contraste de phase.

Les rayons X de haute énergie peuvent être utilisés pour traiter certaines pathologies. Il est difficile psychologiquement, de demander à des patients souffrant, par exemple, d'un cancer d'aller se faire soigner dans un centre de recherche. Grâce à ThomX, il sera possible de proposer l'installation dans un hôpital d'une source intense de rayons X de haute énergie et d'y traiter certaines formes de cancer.

Enfin, la technique de la biocristallographie des protéines qui permet de reconstruire en 3D des molécules cristallisées extrêmement complexes sera également accessible avec ThomX. Cette technique est particulièrement prisée des sociétés pharmaceutiques pour étudier et mettre au point de nouveaux médicaments.

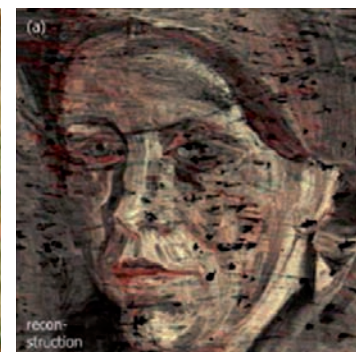


Quels sont les avantages en science des matériaux ?

Chaque élément chimique possède une structure qui lui est propre. En particulier, il existe une énergie, différente pour chaque élément chimique, à laquelle les rayons X sont plus fortement absorbés (le « seuil K » en langage scientifique). C'est une sorte de carte d'identité : en illuminant un échantillon avec des rayons X, il est donc possible d'identifier très précisément les éléments chimiques qui le composent. Il est aussi possible d'utiliser le flux de rayons X pour faire une radiographie très nette de l'intérieur d'un objet en utilisant à la fois la quantité de rayons X traversant l'objet mais aussi la manière dont ils sont modifiés.

Par exemple, ces techniques ont été utilisées pour étudier certaines peintures de Van Gogh et ont mis en évidence des dessins sous-jacents et des détails cachés.

Visage caché « sous » la pelouse et révélé aux rayons X (« Un coin d'herbe » (1887), Vincent van Gogh, dans J. Dik et al., Analytical Chemistry, 2008, 80, 6436).



Quelles sont les applications de ThomX ?

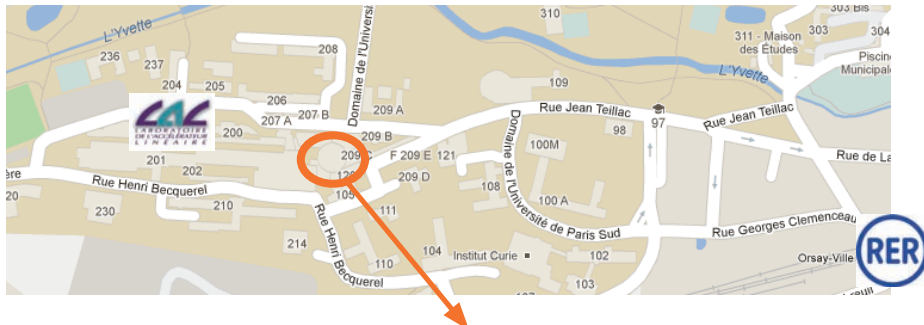
Les applications potentielles de ThomX sont très nombreuses. Dans le domaine médical, par exemple, ThomX permettra de faire, à l'hôpital, des images plus nettes de l'intérieur du corps. Sur ThomX, il sera aussi possible d'analyser les composants chimiques de certains matériaux ou d'en prendre des radiographies. Par exemple, il y a quelques années des chercheurs ont utilisé des rayons X comparables à ceux qui seront produits par ThomX pour étudier des fossiles dans un morceau d'ambre sans casser celui-ci. Grâce à ThomX, effectuer de telles recherches sera plus aisé.



Reconstruction en 3D d'un insecte piégé dans des morceaux d'ambre, il y a 100 millions d'années, et révélé par tomographie X sur le synchrotron européen, ESRF à Grenoble. Microscopy & Microanalysis, 14, 2008, 251-259.

Où sera construit ThomX ?

ThomX sera construit sur le campus de l'Université Paris-Sud à Orsay dans les locaux du Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL). Ce laboratoire, fondé en 1956, a été le premier à faire fonctionner un anneau de collisions de particules en France et le bâtiment choisi pour ThomX a déjà accueilli une autre source de lumière durant les années 1970 à 2000.



Le bâtiment destiné à ThomX s'appelle «l'igloo» en raison de sa forme. Il fut construit en 1957 pour abriter un spectromètre. A partir de 1976, il abrita l'anneau de collisions DCI. L'épaisseur de ses murs en béton est suffisante pour absorber les rayonnements produits.



Quelles sont les perspectives de ThomX ?

Les premiers faisceaux sont prévus pour 2015. Après une phase durant laquelle il faudra roder la machine et former les opérateurs, des expériences pilotes utilisant les rayons X seront effectuées. Il sera ensuite possible d'accueillir des utilisateurs proposant des expériences adaptées à ces recherches en rayons X.

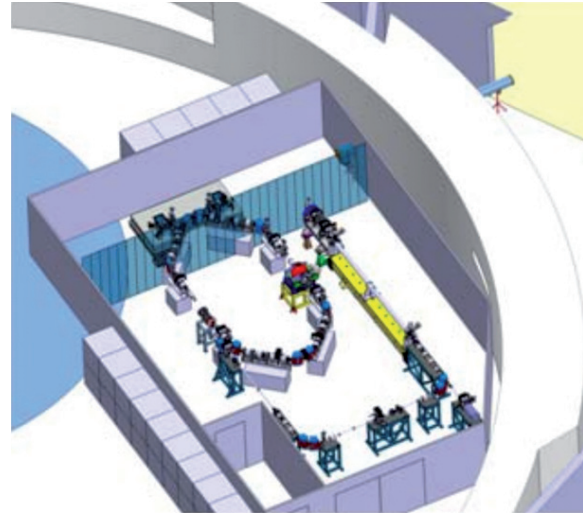
Dans une seconde phase, les partenaires scientifiques et industriels du projet étudieront son optimisation pour proposer aux hôpitaux, musées et laboratoires intéressés, l'intégration d'une machine similaire à ThomX dans leurs locaux.



Quel est le financement de ThomX ?

ThomX, lauréat des EQUIPEX au titre de l'appel à projets 2010 (12 M€), est également inscrit au programme SESAME de la Région Ile de France (0,5 M€) et a par ailleurs reçu des financements complémentaires du CNRS, de l'IN2P3 et de l'Université Paris-Sud.

Les 5 partenaires financiers du projet ThomX sont l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), l'Université Paris-Sud, le Centre National de la Recherche Scientifique/Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (CNRS/IN2P3), le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et le Conseil Régional d'Ile de France.



Quels sont les partenaires de ThomX ?

La collaboration ThomX est formée des partenaires suivants :

Sept laboratoires et organismes de recherches participants : Le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL), le Synchrotron SOLEIL, le Centre Lasers Intenses et Applications (CELIA), le Laboratoire d'Archéologie Moléculaire et Structurale (UPMC-LAMS), l'« European Synchrotron Radiation Facility » (ESRF de Grenoble), l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) et l'Institut NÉEL.

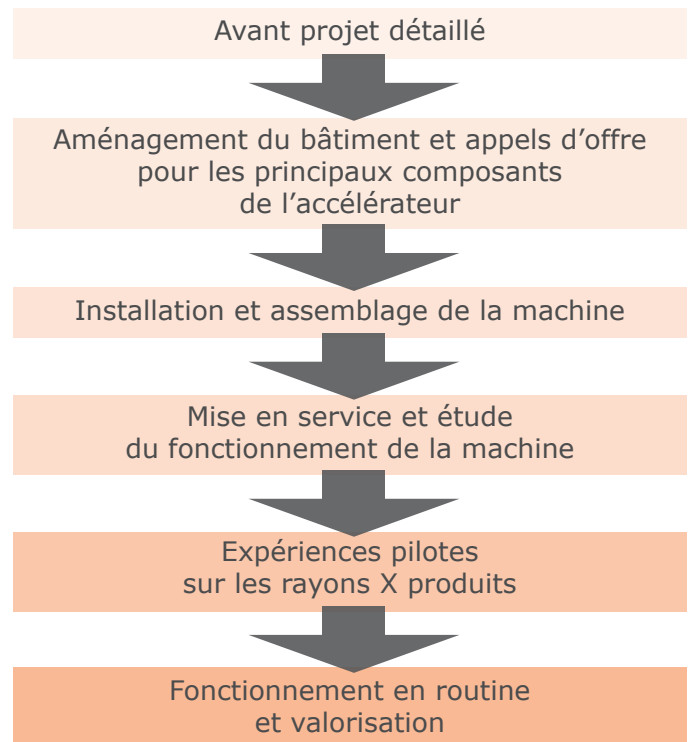
Un partenaire industriel : Thalès TED.



Contact :

UMR8607 - Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire - Centre Scientifique d'Orsay
Bâtiment 200 - BP 34 - 91898 ORSAY Cédex
commthomx@thomx.fr - <http://www.thomx.fr>

Quel sont les jalons futurs de ThomX ?



ThomX est le projet n° ANR-10-EQPX-51 des Equipex 2010.