



DOSSIER DE PRESSE

**Les équipements de recherche
I-MATECBIO**
**Imagerie haute performance pour les Matériaux,
les écoulements complexes et les structures
biologiques**

Fédération de Recherche FERMaT

CNRS / Université Toulouse III - Paul Sabatier / Toulouse INP/ INSA Toulouse

Contact presse : Martine MEIRELES-MASBERNAT – 06 60 08 19 93 /
martine.meireles-masbernata@univ-tlse3.fr



PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES EQUIPEMENTS DU PROGRAMME I-MATECBIO

La recherche scientifique fait aujourd'hui appel à des équipements complexes, onéreux et de très haute technicité. L'utilisation d'équipements scientifiques de qualité, régulièrement renouvelés, conformes aux plus hauts standards internationaux en termes de performance, est devenue une condition nécessaire pour assurer la compétitivité de la recherche française. L'impact sur la production scientifique et la production de connaissances et de technologies est majeur. Ces équipements constituent en outre un important moteur de structuration en favorisent les synergies entre les équipes et entre les disciplines mais également entre recherche publique et privée ; ils constituent aussi autant d'atouts dans un contexte de coopération internationale renforcée.

Le programme I-MATECBIO doté en 2015 par Toulouse Métropole, la Région Occitanie, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et le CNRS d'un montant de 1,86 Million d'euros comprend quatre équipements de très haut niveau dont certains ne sont disponibles à ce jour qu'à quelques structures de recherche au plan français voire européen.

Implantés au sein des laboratoires partenaires de la Fédération FERMaT, notamment à l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse et au Laboratoire de Génie Chimique, ces équipements sont mutualisés et accessibles aux équipes des laboratoires partenaires de la FR FERMaT mais également aux équipes de recherche publiques et privées à l'échelle régionale et nationale. Ces équipements de premier plan bénéficient de l'expertise unique d'ingénieurs de recherche et de chercheurs dédiés.

Ces équipements s'attachent à la compréhension de systèmes complexes dans l'objectif de développer des dispositifs, des procédés ou des codes de simulation qui nécessitent la prise en compte de plusieurs échelles de temps et d'espace, l'échelle la plus fine étant souvent de la milliseconde ou du nanomètre.

Les équipements du programme I-MATECBIO permettent d'accéder à ces échelles très fines afin de comprendre l'architecture et la dynamique d'écoulements et matériaux complexes ainsi que de structures biologiques. Les recherches menées grâce à ces équipements entrent ainsi dans un vaste champ d'applications des secteurs du transport, de la conversion et du stockage de l'énergie, du biomédical et de la prédiction d'écoulements environnementaux.

TOMO PIV 4D : des écoulements sous toutes les coutures

Les mécanismes de sédimentation dans les zones littorales, le transport de micro-organismes ou de plastiques dans les océans, le comportement d'une aile d'avion ou la nature des polluants en aval d'une chambre de combustion résultent de couplages entre un écoulement de fluide liquide ou gazeux et le transport d'objets solides ou liquides ou le voisinage d'une interface.



© Christelle Labruyère / FERMAT photothèque

Imager l'architecture de ces écoulements est un enjeu majeur pour comprendre la nature et l'évolution de ces phénomènes. Et si possible sous toutes les coutures !

La TomoPIV 4D est un dispositif optique non intrusif qui permet une caractérisation instantanée des 3 composantes de vitesse, résolue en temps, d'écoulements monophasiques et diphasiques. Elle consiste en un équipement comprenant 2 caméras (1Mpixels) ultra rapides ($>22500\text{im/s}$) et 4 caméras haute définition (4Mpixels) moyennes cadences ($>1400\text{im/s}$) ainsi qu'un laser haute puissance et haute cadence double cavité ($2 \times 60\text{mJ}$ à 1kHz). Des stations et logiciels d'acquisition, de calibration, de calcul 3D-3C (Eulérien) et 4D (Eulérien et Lagrangien) permettent à partir du suivi dans plusieurs directions du champ de vitesse de reconstruire la structure en 3 dimensions (3D) et en fonction du temps (4D) d'écoulements à hautes résolutions spatiales et temporelles.

Cet équipement unique en France accueille de nombreux projets de recherche collaboratives entre laboratoires académiques et industriels du site comme par exemple ceux portant sur une aile d'avion déformable, la caractérisation d'injecteurs de type Airblast ou l'influence des gaz dissous dans les procédés d'atomisation. Il a également été mis en œuvre dans le cadre d'une coopération internationale avec un laboratoire d'Océanographie et l'ETH Zurich pour étudier l'interaction entre la turbulence de l'océan et des micro-organismes actifs (plancton, copépodes).

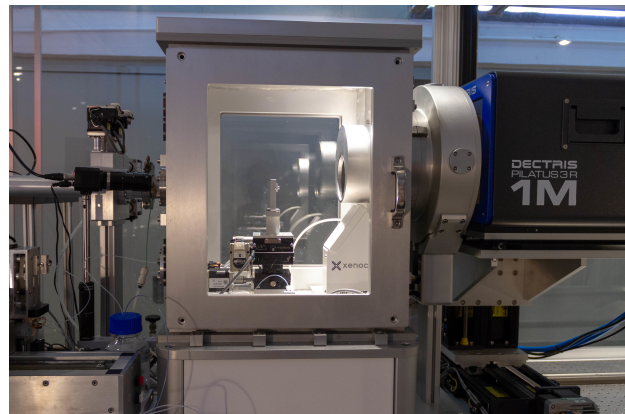
Contact : Sébastien Cazin, ingénieur de recherche, IMFT – sebastien.cazin@imft.fr

DiffSAXS : « voir » à toutes les échelles

Transporter le courant dans des nanofils d'or pour améliorer la durée de vie et la capacité de stockage de batteries, incorporer un principe actif dans les interstices d'une petite éponge pour une libération ciblée et en quantité contrôlée, extraire des terres rares d'un minerai complexe, dans toutes ces applications ou développements, la matière (or, silice, tantale, etc..) est tout la fois ultradivisée et disposée dans des réseaux très organisés ou au contraire sans aucune organisation. Ces deux caractéristiques sont absolument essentielles pour les propriétés ou applications considérées. Pour imager ces nanostructures, à l'échelle ultradivisée et à l'échelle du réseau qui les contient, en même temps et sur un seul et même échantillon, il faut se tourner vers un « supermicroscope », la diffusion aux petits angles qui seule permet d'étudier plusieurs échelles *in-vivo*, *in-situ* ou dans des conditions réactives.

Le DiffSAXS est un instrument disposant d'une source permettant de produire un faisceau RX d'une énergie de 8keV dont la taille peut être redimensionnée selon l'utilisation. L'instrument dispose d'une chambre de mesure supportant différents types d'environnement échantillon (porte capillaire, support de gel, platine de chauffage ou encore cellule à circulation) et est équipé d'un détecteur à pixel DECTRIS (PILATUS 1M) dont la distance échantillon détecteur peut être modulée grâce à un jeu de tube à vide. En variant cette distance, le DiffSAXS permet de mesurer des échelles de quelques angströms (10^{-10} m) à plusieurs centaines de nanomètres (10^{-9} m). Cet équipement bénéficie des progrès les plus récents dans le domaine de la diffusion de rayons X aux petits angles, notamment en terme de détecteur.

Unique sur le site de Toulouse et complémentaire des lignes de lumière accessibles sur les synchrotrons tel que SOLEIL ou ESRF, le DiffSAXS offre des possibilités inégalées dans l'exploration des matériaux et de la matière vivante, avec de nombreuses applications : chimie, physique des matériaux, biologie structurale et santé, sciences de l'environnement et nanotechnologies.



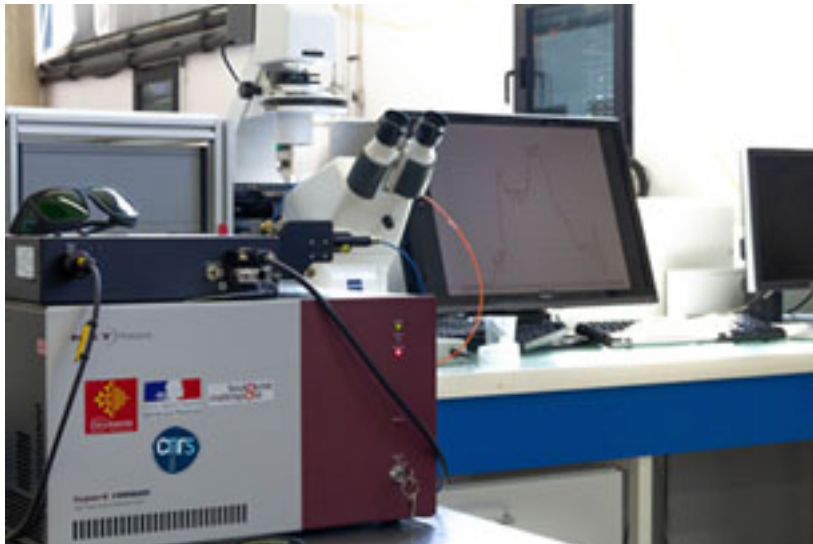
© Christelle Labryère / FERMAT photothèque

Plusieurs projets sont en cours avec des équipes de recherche publique et privée pour des applications dans le domaine du biomédical et des nanotechnologies.

Contacts : Pierre Roblin, ingénieur de recherche, LGC – roblin@chimie.ups-tlse.fr

LSuperCONTINUUM: un laser de toutes les couleurs

Cette source laser émet un faisceau laser dont une gamme spectrale qui couvre un continuum allant du visible au proche-infrarouge, à l'opposé des sources laser conventionnelles qui n'émettent qu'une ou quelques raies spectrales simultanément. Associé à un spectromètre, ce dispositif optique, non intrusif, permet de sonder un milieu multiphasique dont la réponse varie, en fonction de la longueur d'onde, ce qui permet d'accéder à la concentration en particules (spectroscopie de fluorescence, spectrométrie d'extinction) et la taille de ces particules (diffusion multiple de la lumière, spectrométrie d'extinction).



© Christelle Labryère / FERMAT photothèque

Par ailleurs, des bandes spectrales réduites peuvent être choisies pour une émission simultanée ou alternée, ce qui remplace avantageusement l'utilisation de plusieurs sources laser en microscopie de fluorescence. Cette approche, adaptée à la microfluidique, est actuellement mise en œuvre pour développer un outil générique de « Photonic Lab On Chip » notamment pour l'étude de la nucléation de nanoparticules d'or.

Contact : Emmanuel Cid, ingénieur de recherche, LGC, emmanuel.cid@ensiacet.fr

EasyTOM XL : dans l'intimité de la matière

Imager les anomalies d'un système micro-vasculaire cérébral pour comprendre la physiologie de maladies neurodégénératives, suivre la construction de biofilms sur un support, ou la dégradation enzymatique de la cellulose constitutive d'un biomatériau, développer des diagnostics pour les pathologies osseuses, autant de domaines où la microtomographie à rayons X est une technique en plein essor.

Son principe repose sur l'analyse de l'interaction entre un faisceau de rayons X et l'objet à étudier placé dans un faisceau incident et ce sous différentes positions angulaires. L'ensemble des radiographies obtenues est ensuite traité et une image 3D reconstruite mathématiquement. La microtomographie à rayons X permet donc d'accéder au cœur de la matière pour en apprécier les variations d'absorptions radiologiques et les différences de composition. Elle permet d'obtenir de manière non-destructive des images 3D ce qui permet d'avoir accès à des informations sur la structure interne (et donc ses défauts éventuels), sa composition, voire ses propriétés mécaniques. Des échantillons très divers peuvent être imagés : matériaux poreux et composites, matériaux naturels (roches, végétaux) et biologiques (os par exemple).

L'équipement EasyTom XL bénéficie des progrès les plus récents dans le domaine de la tomographie à rayons X ces dernières années, notamment en termes de rapidité d'acquisition et de vitesse de reconstruction des images 3D. Les éléments clés du tomographe (source X, banc de positionnement de l'échantillon et détecteur) sont positionnés dans une cabine blindée de grande dimension.



© Christelle Labruyère / FERMAT photothèque

Cette particularité de l'appareil permet d'imager des échantillons de grande dimension et potentiellement instrumenté *in situ*.

Ainsi dans le cadre d'une étude sur la relation contrainte-perméabilité d'échantillons poreux déformables, de type os « synthétiques », un dispositif expérimental a été conçu pour approcher la réponse mécanobiologique des tissus. Les retombées sont nombreuses dans le domaine de la santé, vieillissement articulaire et cérébral, défauts de croissance, stratégies thérapeutiques en oncologie. Cet instrument ouvre également le champ des investigations vers le comportement des biofilms et de matériaux poreux d'origine naturelle et sur la dégradation enzymatique de fibres végétales dans le cadre de projets en cours.

Contact : Paul Duru, enseignant-chercheur, IMFT, duru@imft.fr