

Plongée au cœur des microstructures avec le CTμ

Le Centre Technologique des Microstructures est une infrastructure de microscopie électronique et photonique dédiée à l'analyse fine de la matière, qu'elle soit biologique ou inorganique. Ouvert aux laboratoires publics et privés, sa vocation pluridisciplinaire, ses équipements de pointe et la rigueur de son organisation en font un acteur reconnu aux niveaux national et européen.

Quatre pôles, trois offres de service

Plateforme de l'Université Claude Bernard Lyon 1, le Centre Technologique des Microstructures (CTμ) s'appuie sur une équipe hautement qualifiée composée de cinq ingénieur-e-s et d'un gestionnaire, spécialisés en biologie et en sciences des matériaux, sous la direction d'Arnaud Brioude. Son activité s'organise autour de quatre grands pôles : la préparation d'échantillons, la microscopie électronique à balayage (MEB), la microscopie électronique en transmission (MET) et la microscopie photonique.

Ses compétences se déclinent autour de trois principales offres de service :

1) Étude à façon : le client confie un échantillon

associé à une problématique précise et l'équipe prend en charge l'ensemble du processus, de la préparation aux analyses et au traitement des données, avant restitution des résultats. En 2025, la plateforme a réalisé 220 études, majoritairement pour des entreprises privées.

2) Location : principalement destinée aux utilisateurs académiques, cette formule permet de réserver du temps sur les équipements. Les utilisateurs et utilisatrices bénéficient de l'accompagnement des ingénieur-e-s du centre, tout en restant autonomes dans leurs manipulations. En 2025, ce fonctionnement a concerné 120 usagers, essentiellement issus des laboratoires lyonnais.

3) Formation : afin d'accueillir chaque année de nouveaux utilisateurs, le CTμ propose des stages de formation de quelques jours sur l'ensemble des techniques proposées. En 2025, 30 nouveaux utilisateurs ont été formés. Chaque année, la plateforme accueille également une dizaine de formations universitaires, intégrant des travaux pratiques de licence et de master.

Un parc technologique de haut niveau

Le CTμ réunit des équipements de pointe couvrant une gamme d'échelles allant de la centaine de micromètres à l'ångström. Les techniques disponibles permettent non seulement l'imagerie ultrastructurale, mais aussi l'analyse chimique, l'imagerie 3D et

l'observation en conditions environnementales ou cryogéniques.

→ La préparation d'échantillons

La qualité des images dépend largement de la préparation des échantillons, dont les protocoles varient selon la technique de microscopie employée.

En MEB, la préparation comprend différentes étapes. Dans le cas des échantillons biologiques par exemple, ces étapes sont la fixation chimique, la déshydratation, la dessiccation et la métallisation. Cette dernière consiste à déposer une très fine couche conductrice de quelques nanomètres par pulvérisation cathodique, grâce à un plasma d'argon projetant des particules métalliques sur l'échantillon. Pour la MET, l'échantillon doit être aminci jusqu'à atteindre une épaisseur de 80 nm à l'aide d'ultramicrotomes équipés de couteaux en diamant. Les coupes ultrafines obtenues sont ensuite récupérées sur des grilles destinées à l'observation.

Le CTμ dispose également d'équipements dédiés à la cryo-préparation, permettant la vitrification des échantillons, c'est-à-dire une congélation ultra-rapide empêchant la formation de cristaux de glace. Deux approches principales sont utilisées. La première repose sur un cryo-plunge. L'échantillon liquide est déposé sur une grille de 3 mm puis plongé automatiquement dans de l'éthane liquide refroidi à l'azote liquide, avant d'être transféré vers le microscope via une station

cryogénique. La seconde méthode correspond à la congélation à haute pression. Adaptée aux tissus plus épais, elle consiste à soumettre l'échantillon à une pression d'environ 2 000 bars tout en le refroidissant instantanément à l'azote liquide.

Une fois vitrifiés, les échantillons peuvent être observés directement en cryo-MEB ou cryo-MET, ou bien subir une étape de freeze-substitution, consistant à remplacer progressivement l'eau gelée par une résine avant découpe et observation à température ambiante.

→ MEB

Le CTμ possède deux microscopes électroniques à balayage, dédiés à l'observation de la topographie de surface à haute résolution. Grâce au maintien d'une atmosphère contrôlée et humide dans la chambre d'analyse (mode environnemental), il est possible d'observer des échantillons hydratés et de suivre leur évolution en fonction des variations d'humidité. En mode cryo-MEB, les échantillons sont au contraire vitrifiés puis observés à -140 °C afin de préserver les structures les plus fragiles.

Combinée à la spectroscopie à rayons X à sélection d'énergie (EDS), cette technique permet non seulement d'observer la morphologie des échantillons, mais aussi d'en déterminer localement la composition élémentaire.

Depuis début 2026, le CTμ est équipé d'un système de Serial Block-Face Scanning Electron Microscopy (SBF-SEM). ▶▶▶



Cette technologie intègre un ultramicrotome directement dans la chambre du MEB afin de découper automatiquement des sections de quelques dizaines de nanomètres, tout en imageant successivement chaque surface fraîchement exposée. La répétition de ce processus permet de reconstruire des volumes 3D à l'échelle nanométrique et d'explorer l'organisation interne des échantillons.

→ MET

La plateforme est équipée de deux microscopes électroniques en transmission aux usages complémentaires. Le premier, fonctionnant à tension d'accélération modérée, est principalement dédié à l'étude d'échantillons biologiques et de polymères. Son fort contraste permet notamment l'observation de protéines purifiées ou de structures cellulaires. Le second est un MET de 200 kV à très haute résolution, de l'ordre de 2 Å. Il permet par exemple d'observer des nanotubes de carbone multiparois en distinguant chaque colonne atomique.

Au-delà de l'imagerie conventionnelle, cet équipement permet aussi de réaliser de la tomographie électronique pour obtenir un volume tridimensionnel avec une résolution proche du nanomètre. Cette approche permet notamment de visualiser l'interconnexion de pores et ainsi contribuer à l'optimisation de supports catalytiques. Également utilisé en cryo-MET, cette technique permet d'observer des objets biologiques ou colloïdaux, utiles en cosmétique ou pour la vectorisation de principes actifs et vaccins, figés dans une fine couche de glace vitrifiée préservant leur structure native.

→ Microscopie photonique

Bien que l'essentiel des activités du centre repose sur la microscopie électronique, il dispose d'un microscope confocal équipé



L'équipe, avec de gauche à droite : Anton SAK, Richard Tisserand-Vindry, Meriem Ghanem, Charline Dalverny, Chloé Exbrayat-Héritier, Xavier Jaurand et Arnaud Brioude

d'une enceinte thermostatée sous CO₂, permettant le maintien de cellules vivantes pendant les acquisitions. Fonctionnant de manière automatisée, cet équipement est principalement utilisé en biologie cellulaire pour l'observation de marquages de noyaux et d'organites.

Parmi les applications inattendues figure l'analyse de textiles intégrant des fibres recyclées. Dans un contexte réglementaire imposant des proportions minimales de matériaux recyclés, un industriel souhaite authentifier la composition de ses produits finis. En combinant l'imagerie MEB, l'analyse chimique EDS et l'auto-fluorescence de certaines fonctions polymériques, le CTµ a pu différencier les fibres vierges des fibres recyclées. Ce travail illustre la capacité de la plateforme à transférer des approches développées pour la biologie vers des problématiques de contrôle qualité industriel.

Une plateforme de référence

Le CTµ est membre de la fédération Lyon Multiscale Imaging Center (LyMIC) et bénéficie de la certification ISO 9001, garantissant

la qualité de ses procédures et de son organisation. La plateforme est également intégrée aux infrastructures de recherche France Biolmaging et Euro-Biolmaging, et labellisée IBISA (Infrastructures en Biologie, Santé et Agronomie), une reconnaissance attestant de son niveau d'expertise et de la qualité de ses services.

Au-delà de ses performances technologiques, le CTµ est une plateforme vivante où les ingénieurs-s collaborent au plus près des scientifiques sur des échantillons aussi divers que des cellules tumorales, des textiles, des carbures pour l'électronique ou des liposomes cosmétiques. En constante évolution, le centre poursuit le développement de ses équipements et de ses expertises, confirmant sa place de plateforme de référence à Lyon et au-delà.

Pour en savoir plus :

CTµ

Xavier Jaurand - contact-ctmu@univ-lyon1.fr
<https://microscopies.univ-lyon1.fr/>

J S. Lopes

© La Gazette du Laboratoire