

Directeur du laboratoire : Jérôme CHEVALIER

Campus LyonTech La Doua - INSA de Lyon
Bâtiment Blaise Pascal
7, av. Jean Capelle, 69621 Villeurbanne cedex - France
Tél : +33(0)4 72 43 83 82 - mateis@insa-lyon.fr

<http://mateis.insa-lyon.fr/>



MATEIS

Laboratoire Matériaux, Ingénierie et Science - UMR 5510

Vocation

MATEIS est un laboratoire de Science des Matériaux à l'intersection de champs disciplinaires, principalement en chimie, physique et mécanique. Le laboratoire MATEIS étudie les trois classes de matériaux (métaux, céramiques, polymères) et leurs composites en intégrant les caractéristiques en volume, en surface et les interfaces.

Le laboratoire s'attache à décrire les relations élaboration-microstructure-propriétés, avec une approche expérimentale et/ou de modélisation. MATEIS intervient dans les domaines des procédés avancés d'élaboration, de la caractérisation microstructurale, souvent *in situ* et/ou 3D, de la modélisation à différentes échelles, et de la caractérisation des propriétés d'usage. Les matériaux multifonctionnels pour la santé, l'énergie, le transport ou le bâtiment font partie de nos préoccupations actuelles.

Notre attention se porte donc sur :

- les procédés d'élaboration avancés des matériaux, permettant de développer de nouvelles microstructures et architectures, pour répondre à de nouvelles exigences et des contraintes multifonctionnelles de plus en plus élevées,
- la caractérisation des microstructures à différentes échelles, après l'élaboration, puis leurs évolutions *in situ*, dans une démarche d'observation et de quantification 3D.
- les relations entre microstructures et comportement macroscopique mesuré par diverses techniques (mécaniques, physiques, électrochimiques...), et aux échelles pertinentes, du nanomètre à la structure.
- l'évolution des matériaux en service et leur interaction avec l'environnement, dans le cadre d'une approche holistique (systémique).

La modélisation multi-échelle, de l'atome à la structure s'appuie sur la caractérisation physique, chimique et mécanique réalisée à toutes les échelles. Elle permet de décrire les mécanismes physiques et leurs couplages, de proposer des lois de comportement ou de définir la microstructure optimale du matériau, meilleur compromis entre plusieurs critères parfois antagonistes.

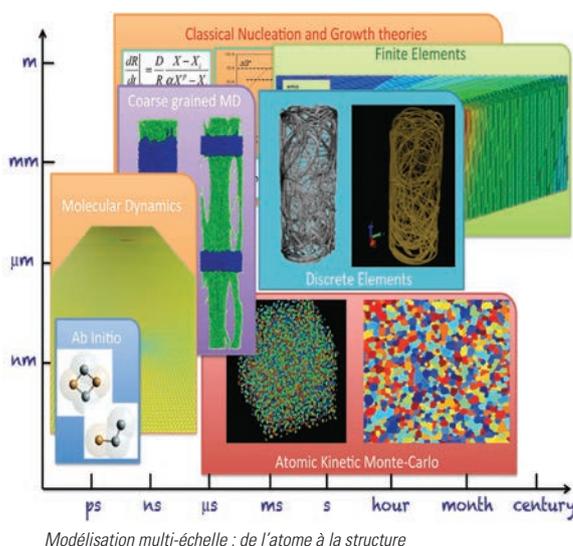
> Organisme de recherche associé
CNRS

> Etablissement partenaire
UCB Lyon 1

> Entreprises partenaires
un réseau vaste de très grandes entreprises françaises et étrangères, mais aussi de PME et de start-ups, notamment dans le domaine biomédical

> Autres partenaires
Institut Carnot Ingénierie à Lyon (I@L), GIS Matériaux Architecturés, Université Tohoku Sendai (Japon, LIA ELYT), ARC Energie

AXES DE RECHERCHE



- **Elaboration** : explorer les procédés innovants d'élaboration de céramiques, métaux, polymères ou hybrides et leurs applications.

- **Caractérisation** : développer des techniques d'observation en mode environnemental ou *in situ* en microscopie électronique ; optimiser les techniques d'imagerie tridimensionnelle (tomographie) aux électrons comme aux rayons X.

- **Instrumentation** : concevoir des dispositifs d'essai pour suivre *in situ* l'évolution des microstructures en service sous sollicitation multiphysiques : thermomécanique, chimique, ou dans un milieu représentatif d'un organisme vivant (matériaux pour dispositifs médicaux).

- **Modélisation et simulation** : à l'échelle pertinente ou par transition entre échelles (nano-, micro- et mésoscopique), mettre en œuvre des méthodes numériques pour analyser un essai, tester une idée, expliquer ou reproduire une évolution constatée expérimentalement ou simuler complètement le comportement d'une microstructure.

Ces axes de recherche s'appliquent aux métaux, céramiques, polymères, matériaux composites... et impliquent des compétences fortes en physique, chimie et mécanique.

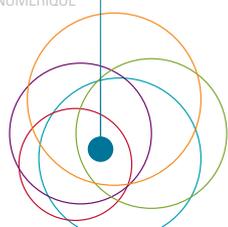
ÉNERGIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

SANTÉ GLOBALE ET BIOINGÉNIERIE

TRANSPORTS : STRUCTURES, INFRASTRUCTURES ET MOBILITÉS

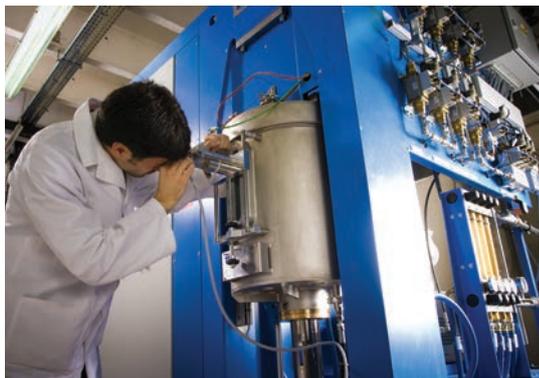
ENVIRONNEMENT : MILIEUX NATURELS INDUSTRIELS ET URBAINS

INFORMATION ET SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE



Matériaux

MOYENS EXPÉRIMENTAUX



• Équipements :

- **Elaboration**, principalement par frittage de poudres et procédés innovants.
- **Caractérisation physique** : densité, diffraction et diffusion X, pouvoir thermoélectrique, bruit Barkhausen, calorimétrie différentielle, microscopies électroniques avancées, AFM.
- **Caractérisation mécanique** : nanoindentation, frottement intérieur, spectroscopie de relaxation, émission acoustique, essais thermomécaniques variés.
- **Caractérisation électrochimique** : potentiostat, tribocorrosimètre, impédancemétrie.
- **Caractérisation de l'interaction avec le vivant** : cultures cellulaires, bio-fonctionnalité et bio-compatibilité, résonance plasmonique de surface, microscopie confocale.



. Plates-formes :

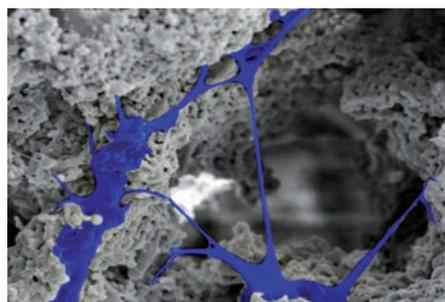
MATEIS contribue significativement en moyens et en personnels au Centre Lyonnais de microscopies (CLYM, FED 4092), qui regroupe 12 partenaires universitaires autour de 9 microscopes électroniques. Ses équipements emblématiques sont 1/ le premier microscope à transmission environnemental français, corrigé des aberrations permettant l'observation à l'échelle atomique de nanomatériaux sous gaz et en température ; 2/ un microscope à faisceau d'ions focalisés (FIB) pour l'observation 3D destructive de la matière et la préparation de lames minces ; 3/ un microscope environnemental à balayage permettant notamment d'observer les matériaux et les objets vivants dans l'eau.

En outre :

- la caractérisation 3D non destructive, *in situ*, de matériaux à l'échelle du μm se développe sur la plate-forme de tomographie aux rayons X au moyen de deux tomographes de laboratoire, dont le premier à source LaB6 en France ;
- la plate-forme de frittage non conventionnel (notamment frittage flash) permet de développer de nouveaux matériaux et multi-matériaux à microstructures plus fines (nano-matériaux) possédant des propriétés physiques et mécaniques améliorées ;
- enfin nous possédons une plate-forme de traitements thermomécaniques rapides (machine Gleeble) qui simule la mise en forme industrielle des matériaux.

. Autres :

Accès à d'autres équipements dédiés via notamment l'équipement d'excellence IVTV (ingénierie et vieillissement des tissus vivants).



RÉALISATIONS / FAITS MARQUANTS / PROJETS PHARES

Imagerie par tomographie aux rayons X des mécanismes d'endommagement des matériaux. Interactions fissures/grains. Simulation du comportement à partir des images.

Compréhension et modélisation des mécanismes de dégradation des prothèses orthopédiques. Développement de nouveaux matériaux plus durables et de nouvelles prothèses (orthopédiques et dentaires). Prédiction de la durée de vie des composites thermostrostructuraux sous sollicitations complexes.

Proposition d'un modèle à base physique de comportement élastoplastique des polymères amorphes, en cours d'extension aux polymères semicristallins. Simulations par dynamique moléculaire du comportement de copolymères blocs.

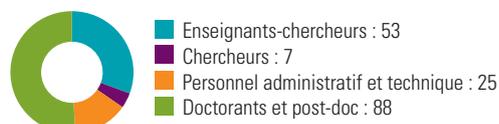
Caractérisation tridimensionnelle de nano-objets en déployant et adaptant les approches tomographiques dans un microscope électronique. Exploration de nouveaux modes d'imagerie environnementale (champ sombre annulaire à grand angle).

LES PRINCIPALES REVUES DANS LESQUELLES LE LABORATOIRE PUBLIE

Acta Materialia ; Journal of the European Ceramic Society ; Materials Science & Engineering ; Scripta Materialia ; Corrosion Science ; Composites Science & Technology ; Journal of Applied Physics ; Polymer ; Journal of the American Ceramic Society ; Physical Review ; Biomaterials ; Macromolecules.

CHIFFRES CLÉS

- **Nombre de brevets** : 10
- **Budget** (annuel moyen) : 4 M€
- **Montant contrats de recherche** : 1,56 M€
- **Nombre de personnels** :



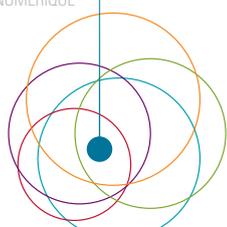
ÉNERGIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

SANTÉ GLOBALE ET BIOINGÉNIERIE

TRANSPORTS : STRUCTURES, INFRASTRUCTURES ET MOBILITÉS

ENVIRONNEMENT : MILIEUX NATURELS INDUSTRIELS ET URBAINS

INFORMATION ET SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE



Matériaux

