

LMGP

LABORATOIRE DES MATÉRIAUX
ET DU GÉNIE PHYSIQUE



Le **LMGP** bénéficie d'une solide réputation internationale en sciences des matériaux, en particulier dans les domaines de la physico-chimie et des matériaux fonctionnels aux propriétés innovantes. Il mène des études sur la structure et les propriétés intrinsèques de ces matériaux, ainsi que sur les techniques permettant de mettre en forme des composés nouveaux.

- 100 personnes
- dont 20 doctorants
50% sur le périmètre énergie
- 50 publications / an
- 2 brevets / an



SPÉCIFICITÉS

Nouveaux matériaux fonctionnels (cristaux, films minces, nanomatériaux, nanostructures) aux propriétés électriques, thermiques, optiques, magnétiques

- ▶ Semi-conducteurs à grand gap (SiC) - Phase MAX (Ex. : V_2AlC)
- ▶ Matériaux transparents conducteurs (réseaux de nanofils, TCO)
- ▶ Nanofils et hétérostructures pour le photovoltaïque et l'éclairage (ZnO, Si, C)
- ▶ Oxydes ferroélectriques, multiferroïques pour mémoires (PCRAM, RRAM)

Procédés de synthèse par voie chimique (MOCVD / ALD / chimie liquide)

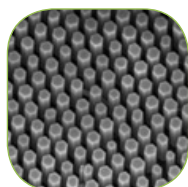
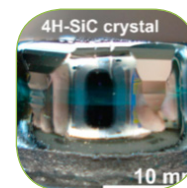
- ▶ Du laboratoire vers l'application industrielle

Croissance cristalline et études physico-chimiques des matériaux en conditions extrêmes

- ▶ Sous très haute température de 1200 à 3000°C

Expertise dans la compréhension et l'interprétation de la relation entre les propriétés physiques, chimiques et structurales

- ▶ Optimisation des **nanomatériaux** et des hétérostructures



SAVOIR-FAIRE

Développer les méthodes de synthèse et de caractérisation de **couches minces** et de **nanomatériaux**

- ▶ Mise au point de procédés de fabrication par dépôt chimique en phase vapeur ou liquide.
- ▶ Synthèse de poudres par voie chimique en phase liquide.
- ▶ Couches minces actives (nouveaux oxydes) pour le **Photovoltaïque**.
- ▶ Structures à base de nanofils pour des cellules de type cœur-coquille.
- ▶ Expertise en Spectroscopies (RX, Raman, UV-VIS-NIR, FTIR).

Élaborer des matériaux cristallins à très hautes températures

- ▶ Croissance en phase vapeur et liquide.
- ▶ Modélisation des processus de croissance à haute température.

Donner des propriétés fonctionnelles aux surfaces

- ▶ **Électriques** : Couches isolantes ou conductrices pour la fabrication d'électrodes sur verre ou polymères.
- ▶ **Optiques** : Transparentes, absorbantes, diffusantes, multicouches à indice de réfraction modulé - Réseaux d'interférences.
- ▶ **Thermiques** : Réseaux de nanofils chauffants.
- ▶ **Magnétiques** : Mémoires, capteurs.
- ▶ **Mouillage** : Hydrophobicité, hydrophilie .
- ▶ **Propriétés spécifiques** : Dépôt de revêtements durs et / ou anti usures.

MOYENS ET PLATES-FORMES TECHNOLOGIQUES

Élaboration

- ▶ Croissance cristalline en conditions extrêmes : Température d'élaboration allant de 1200 à 3000°C.
- ▶ Synthèse chimique en phase vapeur :
 - « Metalorganic chemical vapor deposition » (MOVCD) par injection liquide pulsée ou par aérosol.
 - « Spatial Atomic Layer Deposition » (SALD) : Procédé plus rapide, bas coûts, basse température < 200 °C.
- ▶ Chimie liquide : spin-coating, photogravure, synthèse en autoclave, synthèse de nanoparticules métalliques, croissance de nanofils, assemblage par filtration liquide.

Caractérisation physicochimique, morphologique, et structurale *

- ▶ Diffraction de rayon X : Identification phases, paramètres de mailles, structure, orientation des cristaux.
- ▶ Réflectométrie X : Epaisseurs et densité des couches, rugosité aux interfaces.
- ▶ Microscopie électronique à Balayage (MEB , MEB-EBSD) et en Transmission (MET) : Expertise en préparation des échantillons couche minces ou nanoparticules – Formation des utilisateurs.
- ▶ Spectroscopie Raman : Analyses in-situ, en température (80 à 1500 °C) et sous atmosphère contrôlées.
- ▶ Spectroscopie UV-VIS-NIR : estimation du gap de films semi-conducteurs, pertes optiques, réflectance, transmittance.
- ▶ Spectroscopie FTIR : caractérisation des liaisons chimiques (composés organiques ou inorganiques).
- ▶ Analyse thermogravimétrique (ATG).

(*) Utilisation des moyens du Consortium des Moyens Technologiques et Communs (CMTC), de CIME Nanotech.

EXEMPLES DE RÉALISATIONS

Matériaux pour cellules solaires de 3^{ème} génération

Partenaire : ANR - 4 thèses.

- ▶ Maîtrise des procédés de fabrication de F:SnO₂ et de ZnO nanostructurés (cellules à colorant).
- ▶ Intégration dans les matrices d'oxydes d'ions de terre rare – Modification du spectre solaire (up et down conversion).
- ▶ Conception et construction de réacteurs spécifiques pour étudier la synthèse de matériaux nanostructurés - Analyses structurales et chimiques in situ et in operando.

Electrodes transparentes pour des LED

Partenaires : ANR - APERAM, ALEDIA

- ▶ Développement de **matériaux transparents conducteurs** (électrodes), de structures à nanofils de GaN pour la fabrication de diodes lumineuses (LED).

Films Chauffants Transparents imprimables (Application : dégivrage/désembuage)

Partenaire : ANR – 3 thèses

- ▶ Élaboration de matériaux souples et conformables à partir de nanofils métalliques. Procédé d'impression peu coûteux utilisable à grande échelle.

Projet MINALOGIC PRECINOV - Mise en œuvre de précurseurs solides

Partenaires : AIR LIQUIDE, STMicroelectronics, INES, 40-30, ALTATECH

- ▶ Évaluation de nouveaux matériaux précurseurs solides utilisés en MOCVD. Qualification d'un sublimateur développé par Air Liquide Electronic System (ALES).

