

# NEWSLETTER



La lettre d'information du Centre d'Études et de Recherches Technologiques en Microélectronique



## AGENDA

### 29 AVRIL

**CPS (Comité de Pilotage et de Suivi) - Revue de projets de recherche**, de 9h30 à 12h30, Amphi Varvoux (Bat D), 60 rue du Plat d'Étain, Tours.

### 2 MAI

**CPS - Plateforme de pré-industrialisation**, Salle Loire (STMicroelectronics), Tours.

### 4 MAI

**CPS - Dynamique Partenariale**, Salle Cher (STMicroelectronics), Tours.

### 16 AU 19 MAI

#### PLACEP 2022

1<sup>re</sup> édition d'un workshop dédié à la cryogravure plasma organisé en version hybride par le GREMI, à Orléans.  
Programme et inscription : <https://placep.sciencesconf.org/>

### 24 ET 25 MAI

#### SÉMINAIRE JOINT EUROPEAN WORKSHOP ON SMART SYSTEMS INTEGRATION IN ENERGY APPLICATIONS

Organisé à Tours (site CERTeM/STMicroelectronics) par le pôle de compétitivité S2E2 et le réseau européen EPoSS, dans le cadre de leur coopération dans le domaine de l'intégration des systèmes intelligents dans les applications énergétiques. Objectifs de ce 1<sup>er</sup> atelier réunissant les experts techniques des deux communautés :

- Echanger des connaissances sur les deux organisations et leurs membres.

## SOMMAIRE

AGENDA .....	P1
NOUVEL ÉQUIPEMENT DE CARACTÉRISATION PAR RAYONS X .....	P2
ATELIER 'CRÉATION DE JEU ÉLECTRIQUE' .....	P2
PROJET MAPS .....	P3
PROJET H2MEMS .....	P4
LES ARRIVÉES .....	P5

- Informer sur les projets européens à venir.
- Susciter des idées d'innovations et de projets.
- Permettre la coopération dans de futurs projets de R&D.

### 7 AU 17 OCTOBRE

#### FÊTE DE LA SCIENCE 2022

L'un des événements phares de la médiation scientifique auprès du grand public. Le CERTeM et certains de ses partenaires participeront aux différents villages des sciences pour présenter des sujets scientifiques de manière ludique : nous aurons besoin de bonnes volontés pour animer les stands...

Nous vous tiendrons informés :)

## NOUVEL ÉQUIPEMENT DE CARACTÉRISATION PAR RAYONS X

Depuis janvier 2022, le CERTeM est doté d'une nouvelle génération de DRX (Diffractométrie de Rayons X), disponible sur le site de STMicroelectronics.

Cet appareil de caractérisation sonde, à l'aide de rayons X, les distances inter-atomiques d'un matériau, dans les 3 directions de l'espace physique.

Le DRX contribue à l'analyse structurale de matériaux polycristallins et monocristallins, et permet de remonter aux relations entre la structure atomique d'un matériau et de ses propriétés physiques.

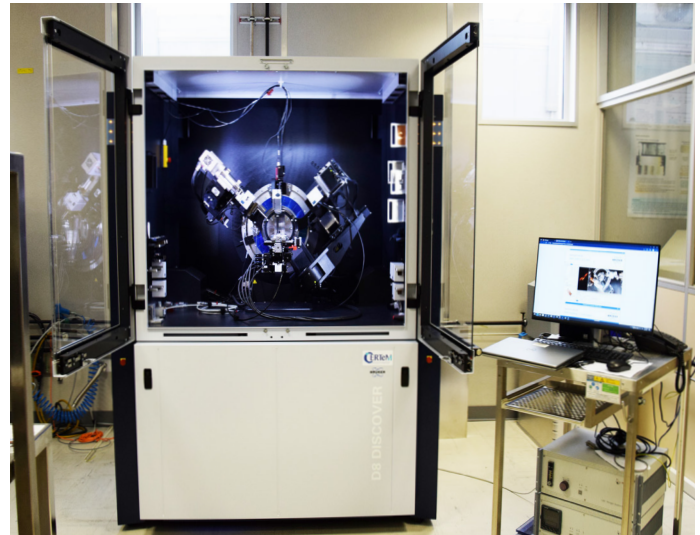
Dans l'industrie du ciment le DRX est utilisé afin de s'assurer que les propriétés du béton répondent bien aux caractéristiques attendues, en termes de résistance mécanique à la traction et à la compression.

En microélectronique, les capacités du DRX répondent à différents besoins :

- Analyse des phases présentes dans un composé obtenu à partir de différents éléments chimiques
- Analyse de la qualité cristalline d'un matériau, de la taille des grains
- Etude des relations d'épitaxie et des contraintes épitaxiales de films monocristallins déposés sur substrats de structure compatible
- Estimation de la bande interdite (GAP) de semi-conducteurs une fois leur relation avec la structure cristalline établie.

Cet équipement est à disposition de l'ensemble des partenaires du CERTeM : la **réservation** sur le logiciel **ManRa** après une formation est un pré-requis indispensable.

Plus d'information sur le DRX : [jerome.wolfman@univ-tours.fr](mailto:jerome.wolfman@univ-tours.fr)



### LES NOUVEAUTÉS DE CE DIFFRACTOMÈTRE

- Un faisceau de rayon X plus fin et plus intense
- Une visée laser avec caméra permettant de positionner le faisceau X, afin de faire de la micro-diffraction localisée
- Un détecteur bidimensionnel pour caractériser plus rapidement les matériaux polycristallins
- La possibilité d'effectuer une diffraction en incidence rasante dans le plan du substrat et hors du plan
- Un porte-échantillon haute température qui permet de chauffer les substrats jusqu'à 1100°C



### CSTI\* EN MILIEU SCOLAIRE ATELIER 'CRÉATION DE JEU ÉLECTRIQUE'

Vous y avez sûrement joué dans votre jeunesse... Il s'agit d'un jeu électrique de questions-réponses : la lumière s'allume lorsque vous associez la bonne réponse à la question.

Un atelier ludique que nous avons animé dans la classe de CM2 de l'école Musset-Vigny à Tours sud, en collaboration avec le professeur.

Cette animation permet de faire appel, entre autres, à la géométrie, aux sciences physiques, au travail manuel.

Sans oublier une initiation à l'univers de la recherche et de la microélectronique.

Un véritable moment de convivialité et d'enthousiasme pour les petits comme les adultes :)

Le prochain atelier aura lieu dans la classe de CM2 de l'école Clocheville de Tours, en mai.

Pour la rentrée 2022-2023 nous aurons besoin de bonnes volontés pour aider Què Lan à mener d'autres ateliers en écoles élémentaires ou collèges.

Plus d'information : [quelan.tran@univ-tours.fr](mailto:quelan.tran@univ-tours.fr)

\* Culture scientifique technique et industrielle

### CERTeM 5.0 - PROJET MAPS (MATÉRIAUX PIÉZOÉLECTRIQUES SANS PLOMB)

Les matériaux piézoélectriques possèdent la propriété de se polariser électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique et, inversement, de se déformer lorsqu'on leur applique un champ électrique. Les céramiques piézoélectriques au plomb de type PZT sont habituellement utilisées, en raison de leurs excellentes performances et de leur faible coût, dans les transducteurs ultrasonores médicaux (sondes échographiques), sonars, récupérateurs d'énergie...

En raison de sa toxicité, l'utilisation du plomb dans les dispositifs est interdite par la directive européenne RoHS (exemption temporaire pour certaines applications).

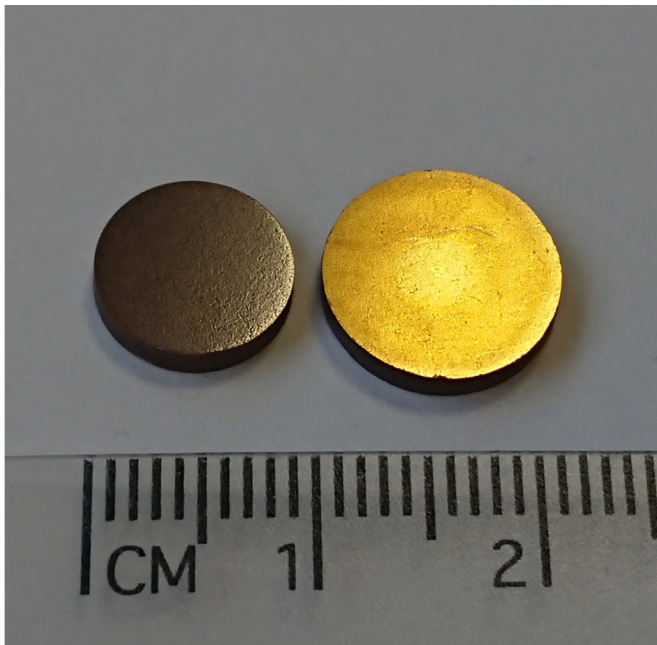
Les objectifs du projet MAPS :

- élaborer et évaluer des composés titanates dérivant du BCTZ (composé déjà commercialement exploité) multi-dopés par synthèse combinatoire pour identifier un remplaçant pour le PZT,
- tester les performances ultrasonores de transducteurs utilisant ces céramiques de substitution.

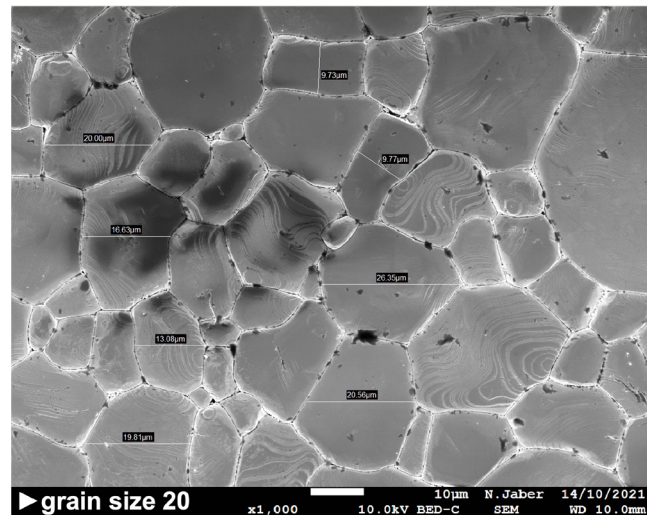
Pour étudier la relation entre la structure des matériaux alternatifs et leurs propriétés piézoélectriques, MAPS utilise le DRX qui permet de vérifier la qualité et la symétrie cristalline des matériaux (voir article sur cet équipement dans ce même numéro).

Un projet à suivre, dans lequel sont impliqués les laboratoires GREMAN, ICMN et la société VERMON.

Plus d'information auprès de Jérôme Wolfman, responsable du projet : [jerome.wolfman@univ-tours.fr](mailto:jerome.wolfman@univ-tours.fr)



Céramiques de BCTZ pour l'étude des propriétés piézoélectriques et la synthèse combinatoire.



Imagerie en microscopie électronique d'une pastille BCTZ.



## PROJET H2MEMS - CONCEPTION, FABRICATION ET CARACTÉRISATION DE MICROSYSTÈMES RÉSONNANTS POUR LA DÉTECTION DE L'HYDROGÈNE DANS UN ENVIRONNEMENT RADIOACTIF

L'enfouissement de déchets radioactifs à 500 m de profondeur (projet Cigéo) crée un phénomène de corrosion avec une production d'hydrogène (H<sub>2</sub>) due aux pièces métalliques présentes dans les déchets et les éléments d'ouvrage (conteneurs...).

L'H<sub>2</sub> est inflammable pour une concentration entre 4 et 75% dans l'air ou en présence d'énergie d'activation (ultrasons, électricité statique, chocs...). Pour éviter son accumulation et prévenir les risques d'explosion, les galeries de stockage sont surveillées et ventilées en continu.

La thèse de Priyadarshini Shanmugam\* a produit 2 micro-capteurs destinés aux systèmes de ventilation des galeries de stockage de déchets radioactifs, permettant de détecter de faibles concentrations d'hydrogène gazeux dans l'azote (N<sub>2</sub>) allant de 0,04 à 0,2%.

Le premier capteur utilise la technologie CMUT habituellement utilisée en imagerie médicale. Pour le second, les recherches ont porté sur la micropoutre de carbure de silicium (3C-SiC) qui présente, dans un environnement hostile (radioactivité), l'avantage d'être chimiquement stable, durable, robuste et plus résistant aux rayonnements (énergie de seuil du 3C-SiC plus élevée que le silicium).



Thèse de Priyadarshini Shanmugam  
Directeurs et encadrants : Daniel Alquier, Dominique Certon, Jean-François Michaud

### Principe du capteur CMUT

Les changements de concentration d'H<sub>2</sub> sont décelés grâce au temps de vol (time of flight) qui signale les évolutions de vitesse ultrasonique de l'hydrogène dues à la modification de sa densité de masse.

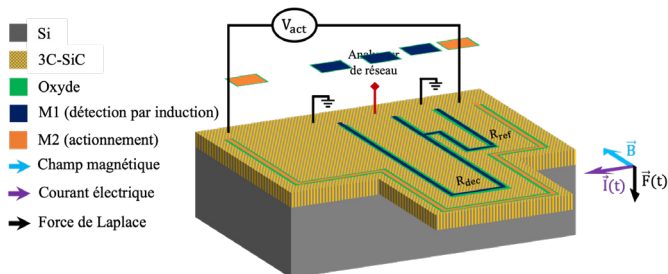
### Fonctionnement de la micropoutre 3C-SiC

La micropoutre agit par actionnement électromagnétique, pour détecter un décalage de la fréquence de résonance synonyme de modification du mélange gazeux.

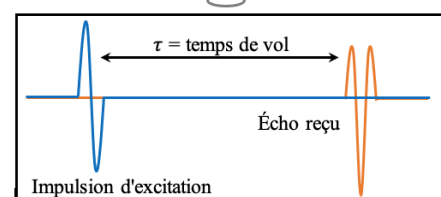
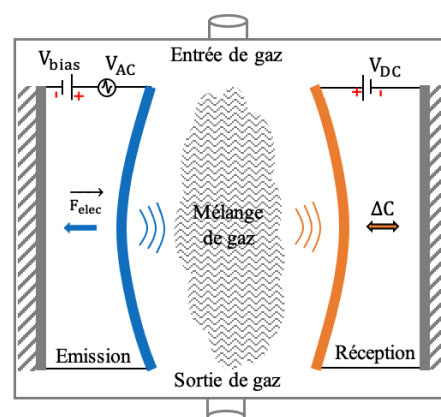
Ce dispositif servira dans d'autres domaines où des fuites d'hydrogène sont à craindre : activités de production, stockage et transport d'hydrogène, piles à combustibles à hydrogène pour l'alimentation des véhicules électriques... L'objectif à terme étant de pouvoir étendre l'usage de ces capteurs à d'autres gaz.

Plus d'information : [jean-francois.michaud@univ-tours.fr](mailto:jean-francois.michaud@univ-tours.fr), [dominique.certon@univ-tours.fr](mailto:dominique.certon@univ-tours.fr)

\*projet H2MEMS mené par les laboratoires GREMAN, CRHEA-Nice, IMS-Bordeaux et LAAS-Toulouse

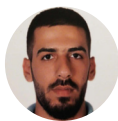


Dispositif micropoutre 3C-SiC



Dispositif capteur CMUT

## Les arrivées



### Bachar AL CHIMALI

Stagiaire GREMAN - Master 2 physique appliquée et ingénierie physique (université du Mans)  
‘Fonctionnalisation et caractérisation de membranes de silicium poreux par couches d’oxydes métalliques déposées par ALD (atomic layer deposition)’



### Ferial LAOURINE

Post doctorante GREMI / Projet ProTiMe  
‘Micronanostructuration du titane pour les dispositifs médicaux implantables’



### Souhila BOUZERD

Stagiaire GREMAN - Master 2, 3EA, option micro-électronique (Polytech Tours)  
‘Dimensionnement et réalisation de diodes TVS en SiC’



### Léo MAHE

Doctorant GREMAN  
‘Optimisation de ‘interface foil aluminium / LMCO, pour les cathodes des batteries Li-ion’



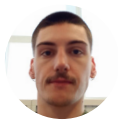
### Raphaël DOINEAU

Post doctorant GREMAN / Projet APR RECAP  
‘Développement de nano-générateurs à base de nano-fils ZnO en vue d’un couplage avec récepteur cMUT pour des applications de récupération d’énergie acoustique au sein de dispositifs médicaux implantables’



### Geoffroy ROUVRE

Stagiaire GREMAN - Master 2, 3EA, option micro-électronique (Polytech Tours)  
‘Réalisation et caractérisation de contact ohmique sur GaN’



### Aubry JACQUENOD

Stagiaire VERMON - Master 2, 3EA, option micro-électronique (Polytech Tours) / Projet BOWMEMS  
‘Mise en place d’un procédé de fabrication de MEMS acoustique par un procédé de Wafer Bonding’



### Karthick SEKAR

Post doctorant GREMAN / Projet MASOFLEX  
‘Etude des propriétés nanofils de ZnO utilisés dans la fabrication de cellules solaires’

