

NEWSLETTER



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



Excellentes vacances !

AGENDA

10 JUILLET 10h Tours

Soutenance de thèse de Mohamad NOUR « Surveillance du fonctionnement des installations électriques par impédancemétrie et analyse des courants », amphithéâtre de l'IUT GEII.

11 JUILLET 10h Tours

2^e Café des Sciences, STarLab, bât. Innovation du site STMicroelectronics à Tours.

Thème : Ma thèse en 180 secondes.

9-16 OCTOBRE

Fête de la science 2023.

19 OCTOBRE 9h30 Tours

Comité GIS du CERTeM, site STMicroelectronics.

Bilan 1^{er} semestre 2023.

30 NOVEMBRE Tours

IMAPS 14th Power Electronics and packaging Technical workshop, organisé par le GREMAN et Polytech Tours.

SOMMAIRE

1 ^{er} CAFÉ DES SCIENCES AU CERTeM	P2
FÊTE DE LA SCIENCE 2023	P2
SNOM UNE NOUVELLE TECHNIQUE D'ANALYSE DE POINTE	P3
PROJET DYNAMHEAT	P4
(THÈSE) NOUVEAU PROCÉDÉ DE FABRICATION DE CMUT	P5
ARRIVÉES	P6



Un 1^{er} café des sciences qui a rassemblé une quarantaine de personnes du GREMAN et de STMicroelectronics à Tours.

1^{er} CAFÉ DES SCIENCES AU CERTEM : L'ARCHÉOLOGIE EN QUESTION

Un véritable moment d'ouverture pour découvrir les interactions entre l'archéologie et l'histoire, comprendre comment ces disciplines appréhendent les relations des sociétés à leur espace et environnement.

Et rappeler que les mathématiques, la physique et la chimie sont des disciplines complémentaires en contribuant à l'analyse des objets, des matériaux exhumés, à dater et traiter la masse de données collectées...

Une présentation assurée par l'équipe du LAT (Laboratoire Archéologie et Territoires) de l'UMR CITERES (Cités, TERRitoires, Environnement et Sociétés).

FÊTE DE LA SCIENCE 2023

Cette édition se déroulera du 6 au 16 octobre en Centre-Val de Loire. Nous continuerons de vous tenir informés des initiatives des partenaires du CERTEM dans la lettre de la rentrée.

STMicroelectronics

> **Escape Game** Environnement sur le site de Tours, proposé à des classes de collège ou lycée

- Lundi 9 octobre après-midi,
- Mercredi 11 octobre matin.

GREMAN - CERTEM

A titre exceptionnel cette année les animations auront lieu durant la semaine :

> **Visites scolaires** sur inscription, en salle blanche (à Tours, RDC du CERTEM+)

- Lundi 9 octobre de 14h à 16h30,
- Mardi 10 octobre de 14h à 16h30,
- Mercredi 11 octobre de 9h à 11h30.

Programme :

- Démonstration et observation au microscope à balayage électronique ;
- Présentation de la salle anéchoïque;
- Temps de manipulation (dalle piézoélectrique, synthèse additive de couleurs, lévitation par ondes ultrasonores...).



> **Animations** en écoles primaires sur inscription (lieu à définir)

- Jeudi 12 octobre 14h à 16h,
- Vendredi 13 octobre 14h à 16h.

Programme :

Présentation et manipulations de différents dispositifs (dalle piézoélectrique, synthèse additive de couleurs, lévitation par ondes ultra sonores, exposition commentée sur les microcomposants...)

Nous aurons besoin de bonnes volontés : Quê Lan TRAN reviendra vers vous en septembre à ce sujet.

🔊 Possibilité d'obtenir des **crédits doctoraux**, sous réserve de conditions, voir sur le site ADUM.

Contact : Quê Lan TRAN quelan.tran@univ-tours.fr

SNOM, UNE NOUVELLE TECHNIQUE D'ANALYSE DE POINTE EN RÉGION CENTRE - VAL DE LOIRE

La technique puissante, et encore rare en France, de microscopie optique en champ proche (s-SNOM pour Scattering-type Scanning Near-field Optical Microscopy) devient disponible en Région Centre-Val de Loire grâce à un équipement de pointe nouvellement acquis au GREMAN.

Une technologie qui peut se révéler utile à une large communauté scientifique : physique, chimie, matériaux, biologie-santé, géosciences...

Cette technique de microscopie, permettant à la fois imagerie et spectroscopie optique, est capable de s'affranchir de la limite de diffraction de la lumière pour observer et sonder les propriétés de la matière avec une résolution spatiale ultime de l'ordre de 10 nanomètres sur une large gamme spectrale allant du térahertz à l'infrarouge.

Le champ d'applications d'un tel équipement est particulièrement vaste puisque la spectroscopie s-SNOM est l'analogue à l'échelle nanométrique des spectroscopies FTIR et visible, utilisées dans de nombreux domaines de la science. Elle permet donc une nano-identification chimique et une cartographie de la composition (par imagerie hyperspectrale) de nombreux types de matériaux : minéraux organiques ou inorganiques hétérogènes, nanostructures polymères, réseaux métallo-organiques, biomatériaux, protéines et monocouches de lipides, bactéries...

Contact : Rodolphe Sopracase, enseignant-chercheur à l'UMR 7347 GREMAN / rodolphe.sopracase@univ-tours.fr



Le s-SNOM (Scattering-type Scanning Near-field Optical Microscopy) du laboratoire GREMAN à Tours, permettant d'effectuer de la microscopie optique en champ proche.



PROJET DYNAMHEAT : MATÉRIAUX FERROÏQUES POUR UN CONTRÔLE DYNAMIQUE DES FLUX DE CHALEUR

La lutte contre le changement climatique est l'un des défis les plus urgents de la société et nécessite la recherche de nouveaux dispositifs de récupération et de conversion d'énergie.

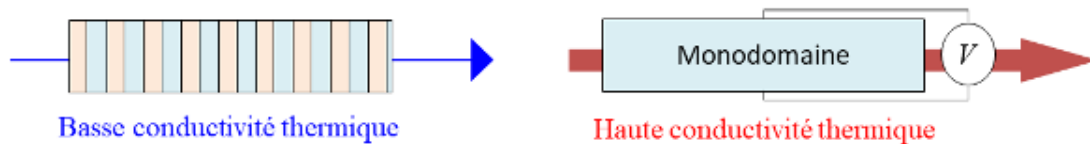
Les performances de tous ces dispositifs pourraient être considérablement améliorées s'ils étaient combinés à des interrupteurs et des diodes thermiques. L'objectif est d'étudier un mécanisme fondamentalement nouveau pour concevoir des interrupteurs et des diodes thermiques compacts et efficaces.

La stratégie de ce projet exploite, dans les oxydes ferroélectriques, les interactions entre les phonons qui conduisent la chaleur et des défauts plans spontanés appelés parois de domaine. Ces parois de domaine sont facilement créées, déplacées et orientées par l'application d'une tension, et diffusent les phonons. Ce sont donc des interfaces parfaites pour obtenir de manière rapide et réversible de fortes variations de conductivités thermiques dans des directions contrôlées.

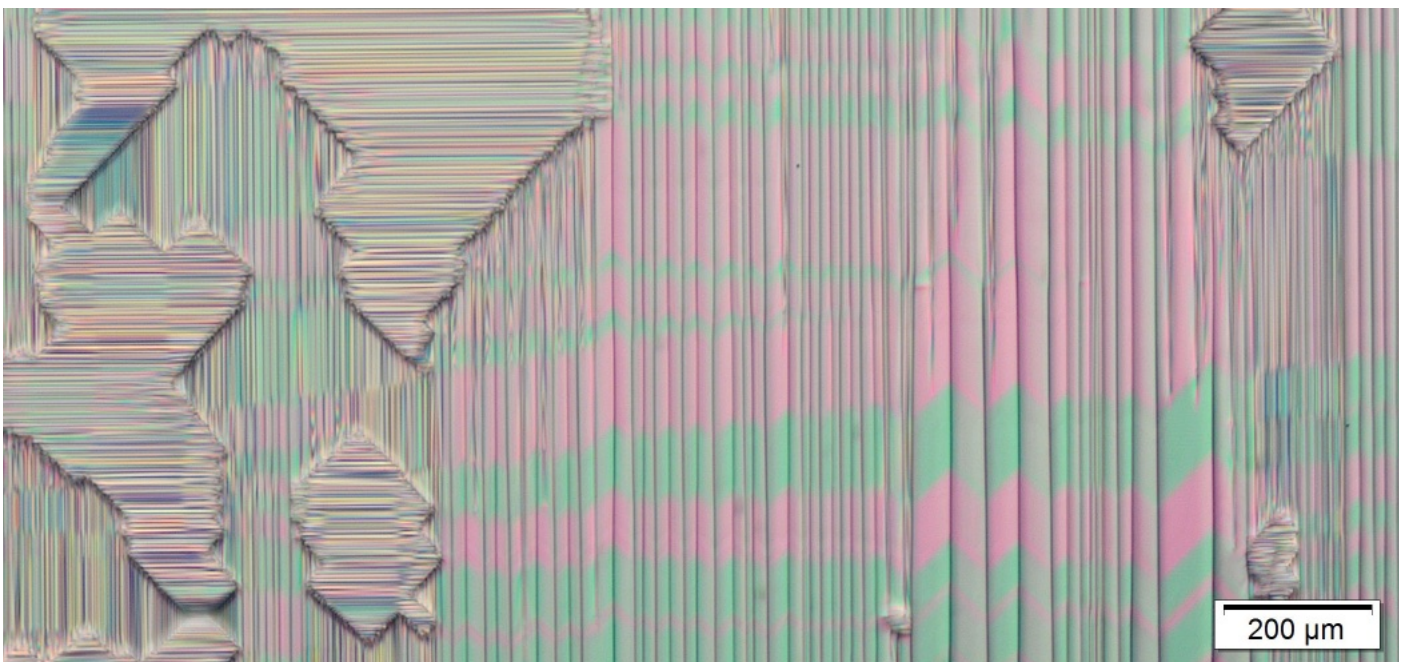
Ces interrupteurs et diodes thermiques seront compatibles avec une large gamme d'appareils et auront un impact dans de nombreux domaines critiques pour notre transition vers un avenir durable.

Ce projet, sélectionné parmi 3000 projets déposés, bénéficie d'une bourse Starting Grant 2022 du Conseil Européen de la Recherche - European Research Council (ERC) attribuée à Guillaume Nataf, du laboratoire GREMAN.

Plus d'information : guillaume.nataf@univ-tours.fr



Interrupteur thermique. Lorsque la densité de domaines (rectangles marrons et bleus), et donc de parois de domaines, est forte, la conductivité thermique est faible. Quand la densité de domaines est réduite via l'application d'une tension électrique (V), la conductivité thermique est forte.



Vue, au microscope optique, de domaines dans le matériau LaAlO₃ (Aluminate de Lanthane).

DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE FABRICATION DE TRANSDUCTEURS ULTRASONORES DE TYPE CMUT, POUR DES APPLICATIONS MÉDICALES DE FORTE PUISSANCE.

Thèse CIFRE débutée en novembre 2022, projet BOWMEMS, collaboration entre VERMON, le GREMAN et l'Université de Tours.
Encadrée par : Dominique Certon, Etienne Lemaire (GREMAN)
Claire Bantignies, Nicolas Sénégon (VERMON)

Parmi les applications médicales utilisant les ultrasons figurent l'échographie (imagerie diagnostique par ultrasons) et la thérapie ultrasonore (permettant des traitements médicaux ciblés notamment sur des tumeurs).

Via différents axes de développement, le sujet de thèse d'Aubry participe à la mise en place d'une ligne de fabrication de prototypes CMUT (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers ou Transducteurs Ultrasonores Capacitifs Micro-Usinés) destinée à des applications médicales et plus particulièrement à l'émission ultrasonore de forte puissance pour la destruction acoustique de cellules cancéreuses.

FINALITÉ DE LA THÈSE

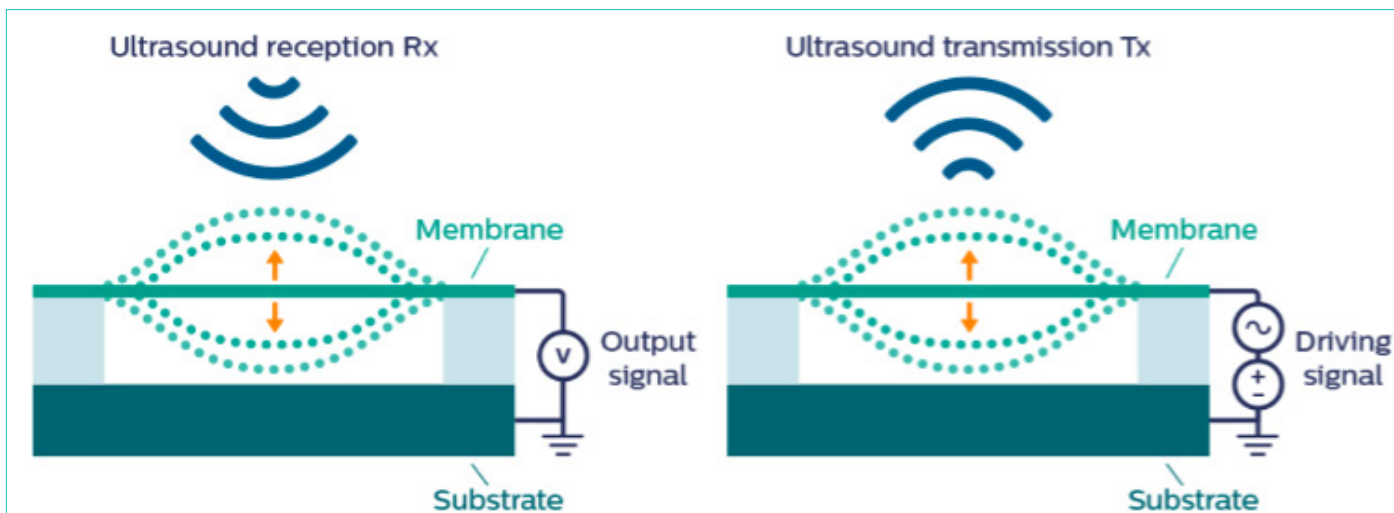
- Élaborer un premier procédé de fabrication de CMUT au sein du CERTEM en utilisant le wafer bonding ;
- Apporter des améliorations à ce procédé en termes de puissance ultrasonore délivrée et de fiabilité.



Aubry Jacquenod

Le **CMUT** est un dispositif microélectronique vibrant permettant de créer une onde ultrasonore. Constitué essentiellement sur silicium, le CMUT se compose d'une cavité sous vide et d'une membrane. Cette dernière résonne mécaniquement sous l'impulsion d'une tension électrique alternative, générant ainsi une onde ultrasonore se propageant sur l'avant du dispositif (dans le corps humain).

Principe de fonctionnement d'un CMUT



Le **wafer bonding** consiste à coller deux wafers de silicium en compression, sous vide et en température.

Parmi les techniques existantes, celle employée pour cette thèse est le **fusion bonding** - appelé aussi SDB pour Silicon Direct Bonding- un procédé de collage entre deux surfaces (extrêmement propres, planes et lisses) sans couche intermédiaire supplémentaire, grâce aux seules liaisons chimiques et physiques.

LES DÉFIS À RELEVER

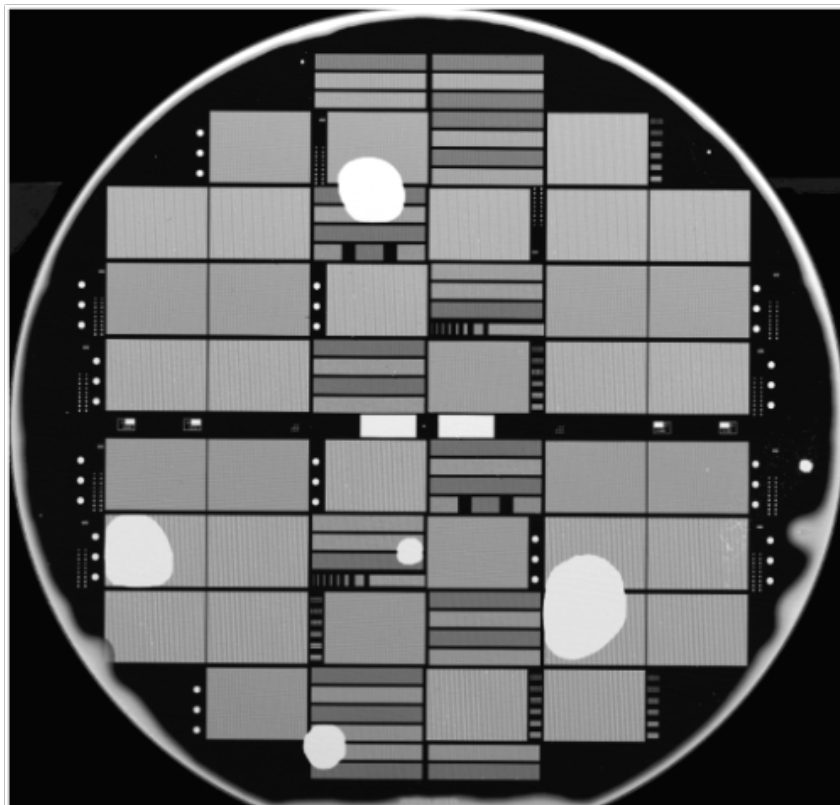
- Minimiser le phénomène de diffusion d'atomes conducteurs vers les couches isolantes lors de l'étape d'oxydation et de recuit pour fusionner les 2 wafers,
- Contribuer à optimiser la sensibilité du CMUT en modulant la cavité, à l'aide de nouveaux designs,
- Uniformiser la déformation de la membrane pour optimiser la pression acoustique à puissance électrique constante,
- Réduire les pertes d'alimentation diélectriques.



DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE FABRICATION DE TRANSDUCTEURS ULTRASONORES DE TYPE CMUT, POUR DES APPLICATIONS MÉDICALES DE FORTE PUISSANCE (SUITE)

L'étape clé du fusion bonding est actuellement maîtrisée et donne des résultats satisfaisants. Et ce, en dépit de conditions inhabituelles au regard des standards du wafer bonding (environnement de salle blanche de classe 100 à 1000 au lieu des 1 à 10 habituellement requis, ce qui signifie une contamination particulière et la présence de poussières plus importantes). Une « preuve de vie » d'un CMUT au CERTeM issu de ce procédé de fabrication par fusion bonding est en cours de réalisation.

Plus d'information : Aubry Jacquenod a.jacquenod@vermon.com



Paire de wafers collés incluant des cavités CMUTs après optimisation du processus : peu de défauts de collage grâce à une importante optimisation des paramètres à toutes les étapes clés de la fabrication.

Les arrivées



Jessy ABUDUJIASUER

Doctorant (GREMAN)
'Capteur de gaz basé sur CMUTs'
Projet MIGNON



Luc BRULIN

Ingénieur R&D (MISTIC)
Projet PROTIME

Thomas CHUPIN

Stage (STMicroelectronics)
'Etude recuit laser sur Si'

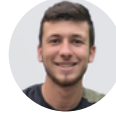
Jade CLÉMENT

Stage (STMicroelectronics)
'Mise en œuvre de dépôt de ZrO₂ par ALD pour fiabilité passivation'



Clara DELWAIL

Ingénieur plateforme en micro/nano fabrication (CERTeM)



Hugo LE GUILLOUS

Stage (GREMAN) - étudiant 4^e année Polytech Tours
'Développement de revêtements multifonctionnels par procédés plasma et laser pour l'automobile et étude de leur propriétés d'usage en conditions extrêmes.'



Daniel MELEY

Chargé de projets innovants en région
Centre-Val de Loire (Pôle S2E2)



Eva MOULÉ

Stage (GREMAN) - étudiante Polytech Nantes
'Caractérisation d'électrodes à base de semi-conducteurs poreux et de co-catalyseur'



Nassima RADOUANE

Postdoctorante (GREMAN)
'Conductivité thermique accordable dans des couches minces ferroélectriques avec des parois de domaines'. Projet DYNAMHEAT

Camille VUYLSTEKER

Stage (STMicroelectronics)
'Caractérisation d'une machine de photolithographie directe - MLA150'



Comité de rédaction : Christine ANCEAU, Jérôme BILLOUÉ, Nathan CATTIAUX, Aubry JACQUENOD, Guillaume NATAF, Què Lan TRAN.

Crédits photos : Daniel ALQUIER, Aubry JACQUENOD, Isabelle LAFFEZ, Hamid NEGGAZ, Guillaume NATAF, Què Lan TRAN.

