

### SOMMAIRE

<b>Le CERTeM 2020 en chiffres</b>	1
<b>Actualités</b>	2
Découvrez la vidéo du CERTeM	
Les journées SEEDS	
IMN 2018	
Nanomatériaux pour la conversion et le stockage de l'énergie	
<b>Projets CERTeM</b>	3
ECCO	
HEcATE	
<b>Zoom sur...</b>	4
Microsonde de Castaing	
Atomic layer etching (ALE)	



### AGENDA

#### Mardi 10 et Mercredi 11 avril 2018

Journées SEEDS - Polytech' Tours

#### Mardi 22 au Vendredi 25 mai 2018

International Meeting on Nanoalloys (IMN) - Orléans

#### Judi 07 et Vendredi 08 juin 2018

Workshop MUT2018 - Ajaccio

#### Dimanche 08 au Vendredi 13 juillet 2018

Conférence Thermec'2018 - Paris - La Vilette

#### Lundi 27 au Mercredi 29 août 2018

Conférence « Frontiers in nanomaterials for energy harvesting and storage » Lycée Descartes - Tours

Plus d'informations sur [certem.univ-tours.fr](http://certem.univ-tours.fr)



### AGENDA DU PÔLE S2E2

#### Judi 19 avril 2018

Forum innovations et achats publics  
LAB'O Orléans

#### Judi 17 mai 2018

Journée « Hydrogène au Centre »  
Organisée par la Région Centre-Val de Loire - Tours

#### Judi 31 mai 2018

Visite du Laboratoire National de métrologie et d'Essais (LNE) - Paris

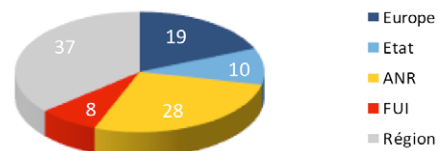
#### Judi 07 juin 2018

Assemblée générale du pôle S2E2 - Tours

Plus d'informations sur [www.s2e2.fr](http://www.s2e2.fr)

### Le CERTeM 2020 en chiffres Bilan 2017

Depuis sa création il y a 10 ans, plus de 100 projets ont été financés dans le cadre du CERTeM. En 2017, sept nouveaux projets ont été acceptés : deux projets financés par l'ANR et cinq par la Région Centre-Val de Loire.



Nombre de projets par guichet

Le CERTeM présente donc un bilan 2017 positif vis à vis des objectifs fixés dans le cadre du CERTeM 2020, en matière de projets mais également de production scientifique (voir tableaux ci-dessous).

Projets	2014	2015	2016	2017	2018	Moy	Objectif
Nombre de projets déposés (tous guichets)	30	17	21	27		24	> 20 / an
Nombre de projets acceptés	11	7	6	7		7,75	> 6 / an

Production scientifique	2014	2015	2016	2017	2018	Réalisé	Objectif
Brevets	14	12	14	10		50	40 sur 5 ans
Publications	101	135	98	100		434	500 sur 5 ans

En termes de ressources humaines, le CERTeM comptabilise aujourd'hui 162 personnes impliquées dont 55 chercheurs et enseignants-chercheurs, 45 doctorants et 62 personnels R&D.

## DÉCOUVREZ LA VIDÉO DU CERTeM



Vidéo CERTeM : [youtu.be/Fs5JW5VV0KM](https://youtu.be/Fs5JW5VV0KM)

Visionnez et partagez la vidéo du CERTeM, réalisée en collaboration avec la Direction de la Production Numérique et Multimédia (DPNM) de l'université de Tours.

## JOURNÉES SEEDS 2018

### Les rencontres du GdR SEEDS

Le GdR SEEDS (Systèmes d'énergie électrique dans leurs dimensions sociétales) organise ses journées de rencontres les **mardi 10 et mercredi 11 avril 2018**. Cet évènement se déroulera à Tours, dans les locaux de Polytech'Tours - Département DEE-DMS.

Ces rencontres seront l'occasion de valoriser les activités menées dans le domaine du **génie électrique** à Tours : les travaux du GREMAN UMR 7347, du LAN, de STMicroelectronics, de SiLiMiXT, de VERMON ainsi que le pôle de compétitivité S2E2 et le CERTeM. Le projet SEEDS 2018-2022 ainsi que les activités des groupes de travail du GDR seront également présentés au cours de ces journées.

Les inscriptions sont ouvertes sur : [www.azur-colloque.fr/DR04/inscription/inscription/99/fr](http://www.azur-colloque.fr/DR04/inscription/inscription/99/fr)



### Le GdR SEEDS

Le Groupement De Recherche (GdR) SEEDS 2994 du CNRS fédère les laboratoires et équipes académiques de génie électrique. Il s'intéresse particulièrement aux problématiques de la génération, de la distribution, de la transformation et de l'usage de l'énergie électrique ainsi qu'aux matériaux, méthodes et technologies pour la réalisation de dispositifs et systèmes électriques performants, sûrs et respectueux de l'environnement. Plus d'infos : [seeds.cnrs.fr](http://seeds.cnrs.fr)

## IMN 2018

### International meeting on nanoalloys



Le réseau international «Nanoalloys» (GDRI) créé en janvier 2018 organisera sa première rencontre internationale (IMN 2018) du **22 au 25 mai 2018** à l'université d'Orléans (bâti-

ment IRD-Recherche).

Cet évènement rassemblera des spécialistes européens autour de la thématique des **nanoalliages** (nano-objets d'alliages de métaux de transition, supportés, encapsulés ou libres), pour renforcer les échanges et les collaborations dans ce domaine.

La rencontre portera sur trois thèmes principaux :

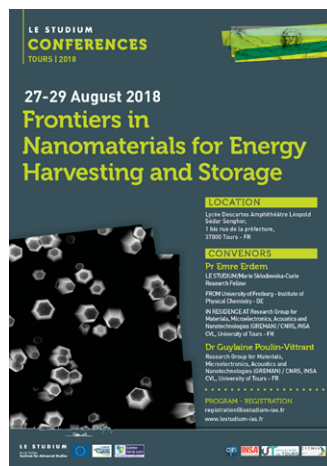
- Propriétés d'équilibre : effets de la structure et de l'environnement
- Effets de la structure hors-équilibre : cinétique, mobilité et environnement
- Propriétés des nanoalliages et relations avec la structure et l'environnement

L'appel à communications et les inscriptions sont ouverts sur <https://imn-2018.sciencesconf.org/>

## NANOMATÉRIAUX POUR LA RÉCUPÉRATION ET LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE

### Conférence internationale du STUDIUM

Avec les progrès récents de la microélectronique et des nanotechnologies, la demande en matière de dispositifs intégrés de conversion et de stockage d'énergie est de plus en plus importante.



Du **27 au 29 août 2018**, LE STUDIUM - Loire Valley Institute for Advanced Studies – organise en collaboration avec le laboratoire GREMAN UMR 7347 (université de Tours, CNRS, INSA Centre-Val de Loire) la **conférence internationale « Frontiers in nanomaterials for energy harvesting and storage »**.

Les thèmes abordés lors de cette conférence porteront notamment sur la **synthèse de matériaux fonctionnels**, les **méthodes avancées de caractérisation** et de **modélisation**, ainsi que les **défis technologiques de ces dispositifs**.

Cette conférence est organisée dans le cadre du séjour du Dr Emre ERDEM, de l'Institut de Physique-Chimie de l'université de Freiburg, au sein du laboratoire GREMAN, grâce au programme d'accueil de chercheurs internationaux du STUDIUM. Au GREMAN, Emre ERDEM travaille au sein du projet Nanofil FLEXIBLE coordonné par Guylaine POULIN-VITTRANT.

Cette conférence se déroulera à Tours, au Lycée Descartes, Amphithéâtre Léopold Sédar Senghor. Plus d'informations et inscriptions sur [www.lestudium-ias.com/event/frontiers-nanomaterials-energy-harvesting-and-storage](http://www.lestudium-ias.com/event/frontiers-nanomaterials-energy-harvesting-and-storage)

Cette conférence se déroulera à Tours, au Lycée Descartes, Amphithéâtre Léopold Sédar Senghor. Plus d'informations et inscriptions sur [www.lestudium-ias.com/event/frontiers-nanomaterials-energy-harvesting-and-storage](http://www.lestudium-ias.com/event/frontiers-nanomaterials-energy-harvesting-and-storage)

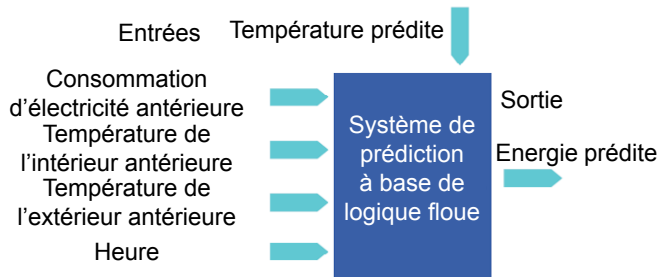
## ECCO

Le projet ECCO est financé par la Région Centre-Val de Loire et porté par le laboratoire GREMAN UMR 7347 (université de Tours / CNRS / Insa Centre-Val de Loire) en partenariat avec le laboratoire Prisme (université d'Orléans) et l'entreprise AG Power solutions. Il vise au développement d'un **système intelligent de gestion et de stockage de l'énergie** pour l'habitat individuel, permettant de **réduire le coût de la consommation d'électricité**.



Pour cela, le GREMAN a développé un **onduleur réversible**, capable de repupérer de l'énergie depuis le réseau électrique lors des périodes de basse consommation (lorsque le coût de l'électricité est bas) puis de réinjecter de l'énergie dans le réseau aux moments opportuns. Associé à un système de stockage d'énergie, cet onduleur sera capable d'**alimenter l'habitat en électricité** lorsque cela est nécessaire, afin de **limiter les pics de consommation** et de réduire son coût.

Le laboratoire a également développé un système de **prédiction de la consommation d'énergie électrique**, grâce à un **algorithme d'optimisation basée sur la logique floue**. Cette méthode est plus flexible que la logique classique et permet d'introduire des notions de degré dans la vérification d'une condition afin d'obtenir un résultat plus proche de la réalité lorsqu'il s'agit de systèmes non-linéaires.



Principe de la logique floue

Grâce à la prise en compte de plusieurs paramètres relatifs à l'habitat et à son environnement extérieur, cette méthode permet d'**analyser et de prédire la consommation d'électricité**.

### Une application pour gérer sa consommation électrique



Le GREMAN a développé une application interactive pour accompagner les utilisateurs dans la gestion énergétique de leur habitat.

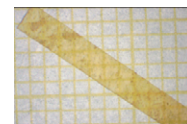
Téléchargez l'application en scannant ce flash code ou sur <http://opn.to/a/Z3B3A>

## HEcATE

Depuis 2012, l'agence européenne des produits chimiques a intégré les matériaux piézoélectriques à base de plomb (typiquement la famille des PZT) dans la liste des candidats à la directive REACH. En 2016, un comité d'experts (RoHS), a arrêté la validité de l'exemption à 2021, stimulant alors la **recherche et le développement de nouveaux matériaux sans plomb** dans la communauté internationale.

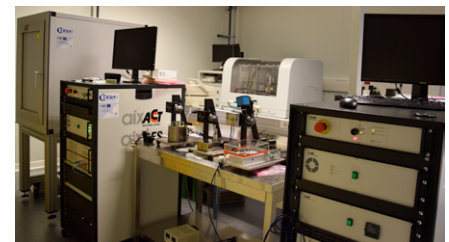
Le projet HEcATE (**H**igh **E**fficiency piezoelectric **A**lternative materials: **T**owards **E**nvironmentally-friendly solutions) financé par l'ANR (2015-2019), a pour objectif de développer de tels matériaux présentant des **performances et des coûts de fabrication équivalents au PZT et pouvant être produits à grande échelle**. Les applications telles que l'imagerie médicale et sous-marine sont visées. Il rassemble deux entreprises [(VERMON (Tours) et Thales Research & Technology (Palaiseau)], une plateforme technologique (CristallInnov, Sainte-Hélène-du-Lac, 73) et quatre laboratoires [IEMN (Lille) IRCER (Limoges), ICMCB (Bordeaux) et GREMAN UMR 7347 (Tours, coordinateur du projet)].

Le laboratoire GREMAN assure la **caractérisation fonctionnelle** des matériaux fabriqués par les partenaires du projet. Cette étape permet de récolter des informations permettant d'**orienter les étapes de fabrication** et de **sélectionner les meilleurs matériaux** en fonction des applications.



Exemple de matériaux fabriqués par l'ICMCB et CristallInnov : Cristal brut (à gauche) et découpe d'un échantillon pour son intégration dans une sonde ultrasonore pour l'imagerie médicale (à droite).

Le GREMAN s'appuie notamment sur un équipement récemment installé sur la plateforme CERTeM + : un banc de polarisation et de caractérisation des matériaux

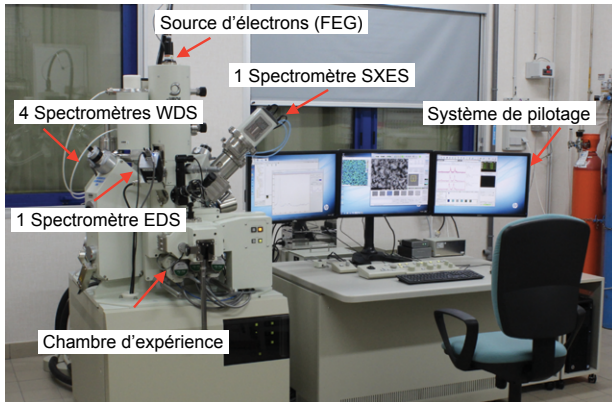


piézoélectriques. Cet ensemble d'équipements permet d'**optimiser les conditions de polarisation** des matériaux piézoélectriques afin de les exploiter dans les meilleures conditions, d'en déduire des **paramètres essentiels pour les applications souhaitées** et d'étudier leur **comportement vibratoire** par interférométrie laser.

Les perspectives du projet pour les prochains mois sont la **mise au point de prototypes** intégrant ces nouveaux matériaux piézoélectriques. Leurs propriétés seront comparées à celles de sondes ultrasonores actuellement commercialisées et contenant du PZT. L'entreprise VERMON va notamment mettre au point une **sonde haute-fréquence** (20 MHz) qui sera évaluée sur une plateforme d'imagerie.

## MICROSONDE DE CASTAING

Un nouvel équipement au CEA Le Ripault

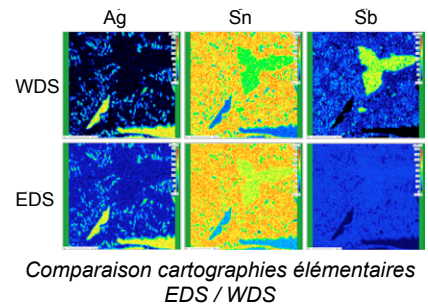


Depuis début 2018, le CEA Le Ripault accueille dans ses locaux un nouvel équipement, qui complète les moyens de caractérisation disponibles au sein du CERTeM : une microsonde de Castaing. C'est un outil d'**analyse des éléments chimiques des matériaux**, à l'échelle du micron, qui vient remplacer l'équipement d'ancienne génération qui était installé au CEA.

La microsonde de Castaing permet de mener des **analyses qualitatives** (imagerie FEG haute résolution, cartographie X...) et **quantitatives** (dosage) des éléments chimiques dans un matériau. Son fonctionnement consiste à bombarder un matériau par un faisceau d'électrons focalisés qui va exciter la matière. Les spectromètres de la microsonde détectent et analysent ensuite le rayonnement X qui en résulte.

Deux techniques d'analyse des rayons X sont utilisées : la **spectrométrie à dispersion de longueur d'onde (WDS)** et la **spectrométrie à sélection d'énergie (EDS)**.

La technique WDS présente une **forte sélectivité en longueur d'onde** et une **haute sensibilité en concentration**. Grâce à ce type de spectrométrie, une séparation nette des éléments chimiques est possible, permettant une **identification**, une **localisation** et une **mesure de la concentration fiables et précises**.

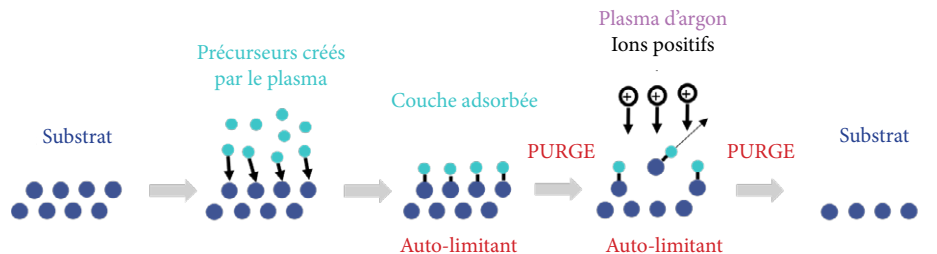


## ATOMIC LAYER ETCHING (ALE)

Une nouvelle technique de gravure des matériaux

La **gravure de couches atomiques** (Atomic Layer Etching - ALE) est une technologie en développement pour la gravure de matériaux, couche atomique par couche atomique. Ce procédé repose sur une succession d'étapes alternées (*figure ci-dessous*).

Un **plasma à base de gaz réactif** est d'abord établi pour créer des précurseurs qui se déposent sur le matériau à graver. Le bombardement ionique doit être minimisé lors de cette étape pour éviter la pulvérisation du matériau. Elle est suivie par une phase de purge et l'**injection d'un gaz non réactif**. Un plasma est ensuite créé avec ce nouveau gaz, accompagné d'un **léger bombardement ionique** en dessous du seuil de pulvérisation du matériau, permettant d'**extraire la couche atomique modifiée** grâce au précurseur. Le gaz est ensuite purgé et le cycle ALE peut reprendre. L'ALE présente de nombreux avantages : une très **grande précision dans le procédé de gravure**, la **préservation du matériau en profondeur**, une **faible rugosité** et une **meilleure sélectivité de gravure** avec les matériaux du masque.



Le gaz est ensuite purgé et le cycle ALE peut reprendre. L'ALE présente de nombreux avantages : une très **grande précision dans le procédé de gravure**, la **préservation du matériau en profondeur**, une **faible rugosité** et une **meilleure sélectivité de gravure** avec les matériaux du masque.

Au laboratoire GREMI, des **procédés cryogéniques d'ALE** sont en cours d'élaboration en collaboration avec l'équipementier japonais Tokyo Electron. Le refroidissement du substrat apporte des avantages complémentaires : la **réduction de la pollution des parois du réacteur par les gaz réactifs et de leur diffusion dans le matériau à graver**, limitant ainsi son endommagement.

Le **procédé quasi ALE**, variante de l'ALE où **quelques couches atomiques sont extraites lors de chaque cycle**, est également en développement chez STMicroelectronics. L'adaptation d'un équipement de la plateforme CERTeM R&D est en cours, afin de mettre en place ce procédé. L'objectif est de **graver des empilements de multiples couches fines** avec des résultats uniformes, sur des matériaux d'intérêt pouvant être utilisés à l'avenir pour la conception de composants électroniques.

CERTeM • 26 rue Pierre et Marie Curie, 37100 Tours • Tél. : 02 47 42 41 72 • Mail : certem@univ-tours.fr  
certem.univ-tours.fr CERTeM

Responsable de la publication : Jérôme BILLOUÉ

Rédaction : Pascal ANDREAZZA, Sébastien BISSEY, Mohamed BOUFNICHÉL, Rémi DUSSART, Emre ERDEM, Laura JUNCHAT, Jean-Charles LEBUNETEL, Franck LEVASSORT, Jean-Louis LONGUET, Jack NOS, Guylaine POULIN-VITTRANT

Crédits photos : © Visadronne, CERTeM, Noun Project, CNRS, STUDIUM, GREMAN, CEA Le Ripault, GREMI

### Partenaires

