

## GEMaC

### Présentation du laboratoire

Nom du Laboratoire	Groupe d'étude de la matière condensée
Acronyme	GEMaC
Adresse	45, avenue des Etats-Unis
Site web	<a href="http://www.gemac.uvsq.fr/">http:// www.gemac.uvsq.fr/</a>
Tutelles	CNRS, UVSQ
Graduate School(s) de rattachement	Physique, Chimie
Autres OI d'intérêt	ISL, 2IM, Quantum, IES
Directeur du laboratoire	Lusson Alain
Email	alain.lusson@uvsq.fr
Téléphone	01 39 25 46 86

### Personne contact du laboratoire pour PSiNano

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Barjon	Julien	EC	julien.barjon@uvsq.fr	01 39 25 46 63

### Présentation des équipes de recherche

#### Équipe 1

Nom de l'équipe	Optique à l'échelle nanométrique (OEN)
Site Web de l'équipe	<a href="http://www.gemac.uvsq.fr/img-srhttp-www-gemac-uvsq-fr-medias-photo-oen3-1583745501311-png-id-fiche226922-height100">http://www.gemac.uvsq.fr/img-srhttp-www-gemac-uvsq-fr-medias-photo-oen3-1583745501311-png-id-fiche226922-height100</a>
Nombre de personnels	6 permanents, 3 doctorants

#### Liste des permanents de l'équipe

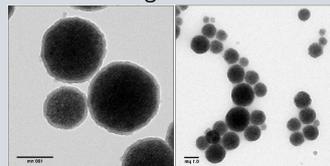
Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Arnold	Christophe	IR	christophe.arnold@uvsq.fr	01 39 25 44 96
Buil	Stéphanie	EC	stephanie.buil@uvsq.fr	01 39 25 46 79
Delteil	Aymeric	C	aymeric.delteil@uvsq.fr	01 39 25 46 93
Garrot	Damien	EC	damien.garrot@uvsq.fr	01 39 25 46 03
Hermier	Jean-Pierre	EC	jean-pierre.hermier@uvsq.fr	01 39 25 46 79
Quélin	Xavier	EC	xavier.quelin@uvsq.fr	01 39 25 46 59

#### Activités de recherche

##### Collective effects - Gold-semiconductor hybrid nanoparticles

The OEM team is characterizing the optical properties of a new kind of hybrid fluorescent emitter associating colloidal nanocrystals (NCs) and plamonic nanocavities. We have already investigated the emission of single spherical agregates encapsulated in a silica layer and a gold shell by chemical synthesis at room and cryogenic temperature. The ultimate goal is to enhance the fluorensence of these superparticles achieving radiative decay times lower than 100 ps.

TEM images of supraparticles of NCs before (left) and after (right) coating with silica.

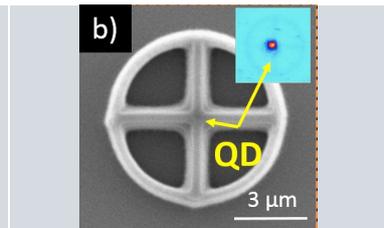


##### Coupling single colloidal NCs with photoresist photonic nanostructures

In collaboration with the team of Ngoc Diep Lai (LuMIn), we study the fluorescence of colloidal NCs inserted into photonic structures elaborated in a photoresist (SU8) by an original technique (LOPA, for Low

Illustration of CdSe/CdS NCs coupled into a micro-wheel

One Photon Absorption). Using a laser focused at 532 nm, it is possible to define 3D polymeric structures with a resolution of the order of 200 nm such as nano-antennae and bull's eye cavities.... Eventually, we will seek to use this approach with NV diamond centers.

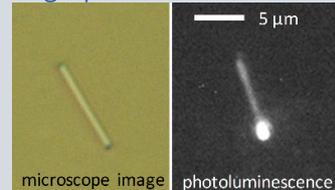


**Nanostructures and colour centres (OEN - DIAM - NSP, collaboration : RCFM, LEM)**

Colour centres are optically active deep defects in the condensed matter. They represent a major interest in quantum information science, owing to their potential as single photon emitters, as well as to the possibility to integrate them in solid-state nanostructures and devices.

This research topic is focused on the study and quantum engineering of colour centres in wide gap materials such as hBN and ZnO. The emphasis is put in particular on defects that can be controllably created or activated in semiconductor nanostructures, as well as the realisation of nanometric devices, with electrical and optical functionalities (microcavities, plasmonic resonators, waveguides).

**ZnO nanowire integrating a single photon source**



**Propriétés optiques de pérovskites hybrides organiques-inorganiques 2D et 3D**

Une quatrième activité concerne propriétés optiques de pérovskites hybrides organiques-inorganiques 2D et 3D, au couplage des porteurs de charge avec les phonons, à l'effet des défauts et ainsi qu'aux propriétés de spin. Les études reposent notamment sur la micro-photoluminescence résolue en temps, en fonction de la température et de l'application d'un champ magnétique externe.

**Collaborations sur le plateau de Saclay**

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
LuMIn	UPS	Couplage sources de photons uniques / structures polymère SU8
LCF	UPS	Effets collectifs dans les superparticules

**Principales Collaborations nationales**

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Institut FOTON	INSA Rennes	France	Structure électronique des pérovskites hybrides

**Équipe 2**

Nom de l'équipe	Diamant pour l'électronique
Site Web de l'équipe	<a href="http://www.gemac.uvsq.fr/img-srhttp-www-gemac-uvsq-fr-medias-photo-diam2-1581688801360-png-id-fiche224639-height100">http://www.gemac.uvsq.fr/img-srhttp-www-gemac-uvsq-fr-medias-photo-diam2-1581688801360-png-id-fiche224639-height100</a>
Nombre de personnels	7 permanents, 1 post-doctorant, 2 doctorants

**Liste des permanents de l'équipe**

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Arnold	Christophe	IR*	<a href="mailto:christophe.arnold@uvsq.fr">christophe.arnold@uvsq.fr</a>	01 39 25 44 96
Barjon	Julien	EC	<a href="mailto:julien.barjon@uvsq.fr">julien.barjon@uvsq.fr</a>	01 39 25 46 63
Gillet	Rémi	IE	<a href="mailto:remi.gillet@uvsq.fr">remi.gillet@uvsq.fr</a>	01 39 25 44 15
Jomard	François	IR*	<a href="mailto:francois.jomard@uvsq.fr">francois.jomard@uvsq.fr</a>	01 39 25 50 98
Kociniowski	Thierry	EC	<a href="mailto:thierry.kociniowski@uvsq.fr">thierry.kociniowski@uvsq.fr</a>	01 39 25 44 94
Pinault-Thaury	Marie-Amandine	C	<a href="mailto:marie-amandine.pinault@uvsq.fr">marie-amandine.pinault@uvsq.fr</a>	01 39 25 44 89

## Activités de recherche

### Diamant semiconducteur pour l'électronique

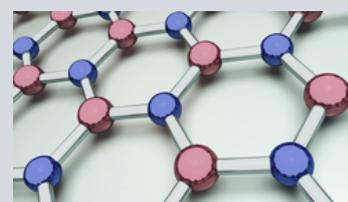
Le diamant dopé au phosphore est fabriqué dans l'équipe DIAM pour ses propriétés de transport électrique de type n (conductivité par les électrons). Le phosphore est en effet le seul élément chimique ayant fait ses preuves comme donneur en substitution du carbone. Pour cette thématique, nous avons mis au point une nouvelle génération de réacteur d'épithaxie du diamant utilisant, pour le dopage, la technologie des précurseurs organométalliques issue de l'industrie des semiconducteurs III-V (lasers, DEL, ...). Notre objectif est la recherche de conditions de croissance où les atomes de phosphore contribuent efficacement à la conduction électrique du diamant.



Epithaxie du diamant par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma micro-onde

### Optique des semiconducteurs 2D

Les outils de spectroscopie développés initialement pour le diamant ont permis de bâtir une expertise sur les propriétés optiques des semiconducteurs 2D. Des études pionnières sur le nitrure de bore hexagonal hBN 3D, ses couches atomiques 2D ainsi que sur les nanotubes 1D ont été menées. Dans ces structures cristallines en hybridation sp<sup>2</sup>, les propriétés de luminescence sont gouvernées par la présence d'excitons très stables. Notre objectif est la compréhension des propriétés optiques et leur application pour les diagnostics et contrôles de fabrication des hétérostructures 2D au cœur des dispositifs optoélectroniques.



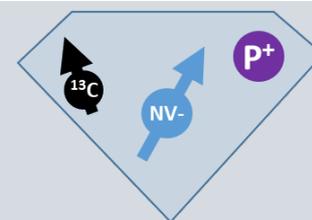
Feuillet atomique de nitrure de bore

### Défauts atomiques dans les semiconducteurs à large bande interdite

Les activités de l'équipe DIAM sont focalisées sur les défauts dans les semiconducteurs, plus particulièrement sur les centres colorés dans le diamant et le nitrure de bore hexagonal (hBN). Nous synthétisons par homoépithaxie des films minces de diamant dopé au phosphore et isotopiquement purifié pour stabiliser et amplifier la cohérence des spins NV. Nous étudions, à l'échelle nanométrique par cathodoluminescence (CL), les centres NV implantés par « focused ion beam » (FIB) pour des applications quantiques.

Notre expertise sur les semiconducteurs 2D a permis d'amorcer des recherches sur les centres colorés dans hBN en collaboration avec l'équipe OEN du GEMAC. Ces centres sont activés par irradiation électronique pour permettre l'étude des propriétés quantiques de centres isolés.

Recherche collaborative : interne (équipes OEN et NSP du GEMaC) et externe (UMPhys-Thalès, LEM, SSSG, Felix Bloch, Lumin, LSPM,...)



Interaction du centre NV avec l'impureté phosphore et le spin nucléaire du carbone 13 dans le diamant

## Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
LEM – ONERA/CNRS	UPS	Matériaux 2D, TEM et théorie
UMPhys-Thalès	UPS	Matériaux 2D et diamant
Lumin	UPS	Centres colorés diamant
LPS	UPS	Cathodoluminescence
C2N	UPS	Cathodoluminescence, nanoélectronique et nanomatériaux
CEA Saclay	UPS	Capteurs diamants et nanodiamants

## Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LSPM	U. Paris 13	France	Croissance diamant

LAAS	CNRS – U. Toulouse	France	Composants électroniques diamant
IEMN	CNRS – U. Lille	France	Croissance BN
LP-ENS	ENS Paris	France	Dispositifs électroniques 2D
CHREA	CNRS	France	Défauts à base d'hydrogène

### Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
SSSG	Université de Kyoto	Japon	Excitons dans le diamant
Fraunhofer	IAF Fribourg	Allemagne	Cathodoluminescence
Felix-Bloch	Université de Leipzig	Allemagne	Centre NV du diamant
RCFM	NIMS	Japon	Matériaux 2D et hBN
KSU	Kansas State Univ.	USA	Croissance hBN

### Équipe 3

Nom de l'équipe	activité FOX (Functional Oxides)
Site Web de l'équipe	<a href="http://www.gemac.uvsq.fr/le-gemac">http://www.gemac.uvsq.fr/le-gemac</a>
Nombre de personnels	7 permanents, 1 post-doctorant, 1 doctorant

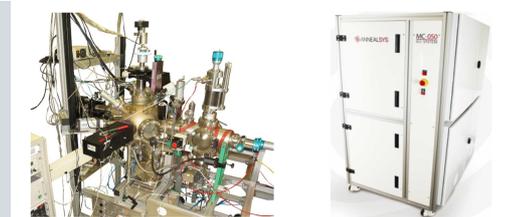
### Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
BERINI	Bruno	IR	<a href="mailto:Bruno.berini@uvsq.fr">Bruno.berini@uvsq.fr</a>	01 39 25 46 90
DUMONT	Yves	EC	<a href="mailto:Yves.dumont@uvsq.fr">Yves.dumont@uvsq.fr</a>	01 39 25 46 91

### Activités de recherche

#### Croissance et ingénierie d'oxydes fonctionnels

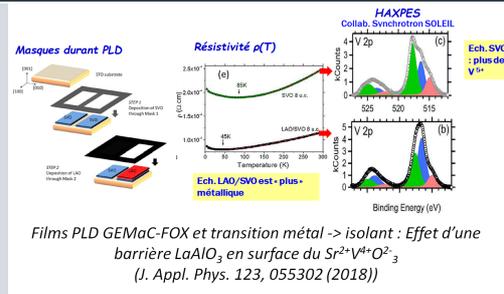
Epitaxie en film ultraminces et hétérostructures par dépôt laser pulsé (PLD) et par dépôt chimique couche par couche atomique (ALD) de structures pérovskite, spinelle. Sur le dépôt PLD, notre spécificité réside dans le contrôle (et la mesure) très fin de la stoechiométrie en oxygène, par un suivi in-situ par ellipsométrie spectroscopique (SE) et diffraction rasante d'électrons à haute énergie (RHEED). Nous élargissons notre savoir-faire depuis quelques années par dépôt ALD sur 2 pouces avec l'équipe NSP du GEMaC, dans une perspective de transfert industriel.



Images du bâti PLD avec caractérisation in-situ (SE et RHEED, ...), et du bâti prototype ALD-DLI 2 pouces (Annealsys-SA, projets Flaghip AXION 2016-2020 du LabEx NanoSaclay, et O'GRAAL du DIM OxyMORE de la région IDF)

#### Exploration des propriétés électroniques (conductivité électrique, magnétisme, optique) des films minces et interfaces d'oxydes fonctionnels

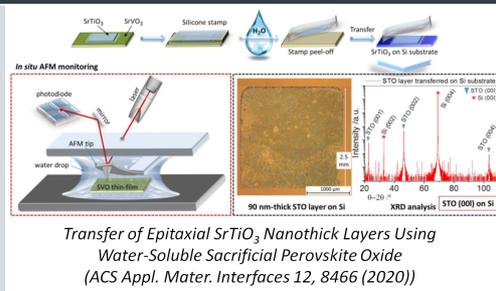
Exploration de ces propriétés électroniques nouvelles des films minces et hétérostructures, quand l'épaisseur est réduite à des dimensions nanométriques, et aux interfaces entre plusieurs oxydes fonctionnels. En complément des moyens expérimentaux en caractérisation des propriétés physiques des matériaux du GEMaC, l'équipe FOX possède et développe une spécificité de mesures des propriétés : de conduction électrique et magnéto-électrique de films minces (de la conduction métallique à celle de semi-conducteur grand gap et/ou faible mobilité) sur la gamme 2K-880K, de caractérisation optique (ellipsométrie ellipsométrique) 300K-1100K, des



propriétés magnétiques statiques (aimantation) sous 9T et l'intervalle [2K-1000K]. Dans ce cadre, rentrent les projets ANR SPINOXIDE sur polarisation en spin à l'interface du ferromagnétique Fe3O4 et du ZnO semiconducteur, et les études de Ga2O3, ultra-wide band-gap pour l'électronique de puissance.

### Transfert d'hétérostructures tout oxyde sur silicium et substrats flexibles

Transfert d'hétérostructures tout oxyde via l'hydrodissolution douce d'une couche sacrificielle. Il s'agit là d'une voie en plein essor, qui ouvre des perspectives à la fois fondamentales car on peut réaliser ainsi des hétérostructures autosupportées sur lesquelles il est possible d'appliquer des contraintes mécaniques et dynamiques au-delà des contraintes habituelles induites par les substrats. Mais cela ouvre aussi l'intégration sur silicium et à l'électronique flexible. Coopération avec ILV/EPI, CRISMAT-Caen, ISCR-Rennes, SPSM-Gif, UMPHy et C2N à Palaiseau.



### Lien Recherche- Formation

Possibilité de monter une formation spécifique continue : croissances couches minces + caractérisations matériaux en lien avec autres équipes GEMaC et l'équipe EPI (XPS,) de l'ILV. Formation théorique et pratique en laboratoire. Public visé : formation continue, formation doctorale (ED Interfaces). Max 10 pers. Possibilité de décliner en TP de type M1 ou M2 dans le cadre des GS.

### Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
ILV de UVSQ-CNRS	UPS	Mesures XPS, LEIS, sur films élaborés au GEMaC
SPMS CentraleSupélec	UPS	Etudes des interfaces conducteur/capping nickelates et vanadates
SOLEIL	UPS	Lignes GALAXIES, TEMPO-B, SYRIUS, SIXXS,
C2N	UPS	équipe Oxydes : nanostructuration
ISMO	UPS	AR-PES (A. Santander-Syro)
UMPhy	UPS	équipe Oxydes : études nickelates, et vanadates

### Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
CRISMAT	ENSICAEN-CNRS	F	Transparent Conducting Oxides, épitaxie d'oxydes fonctionnels à bas coût
ISCR	Univ. Rennes 1 - CNRS	F	Épitaxie PLD et ALD sur nanofeuillets de germination 2D, caractérisations avancées
CRHEA	CNRS	F	ANR SPINOXIDE « Fe3O4//ZnO », Transmission Electron Microscopy

## Équipe 4

Nom de l'équipe	Nanostructures Semiconductrices et Propriétés (NSP)
Site Web de l'équipe	<a href="http://www.gemac.uvsq.fr/img-srhttp-www-gemac-uvsq-fr-medias-photo-nsp2-1581689372431-jpg-id-fiche224639-height90">http://www.gemac.uvsq.fr/img-srhttp-www-gemac-uvsq-fr-medias-photo-nsp2-1581689372431-jpg-id-fiche224639-height90</a>
Nombre de personnels	7 permanents, 1 doctorant

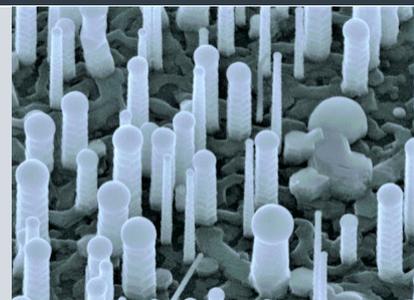
### Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Amiri	Gaëlle	IR	gaëlle.amiri@uvsq.fr	01 39 25 46 04
Chauveau	Jean-Michel	Pr	jean-michel.chauveau@uvsq.fr	01 39 25 46 73
Hassani	Said	IR	said.hassani@uvsq.fr	01 39 25 46 95
Lusson	Alain	C	alain.lusson@uvsq.fr	01 39 25 46 86
Sallet	Vincent	C	vincent.sallet@uvsq.fr	01 39 25 44 88
Sartel	Corinne	IR	corinne.sartel@uvsq.fr	01 39 25 44 83
Scola	Joseph	EC	joseph.scola@uvsq.fr	01 39 25 46 69

### Activités de recherche

#### Épitaxie de nanofils à base de semiconducteurs II-VI

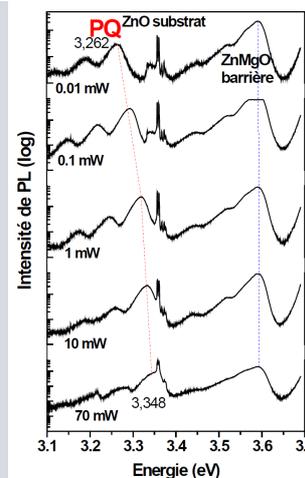
L'équipe s'intéresse à l'épitaxie de nanostructures et d'hétérostructures à base de semiconducteurs II-VI dans le système {Zn, Mg, Cd, O, S, Se, Te}. Nous maîtrisons en particulier l'élaboration de champs de nanofils de ZnO par croissance spontanée comme catalysée via une gouttelette d'or. Plus récemment nous avons abordé les nanofils de ZnTe et ZnS. Nous réalisons des structures dites cœur-coquille pour lesquelles les nanofils sont enrobés par un autre matériau, pour obtenir par exemple une jonction de type II ZnO/ZnSe pour le solaire. Nous étudions enfin l'insertion axiale de puits quantiques dans les nanofils.



Nanofils ZnS épitaxiés par MOCVD

#### Propriétés optiques de nanomatériaux et nanostructures

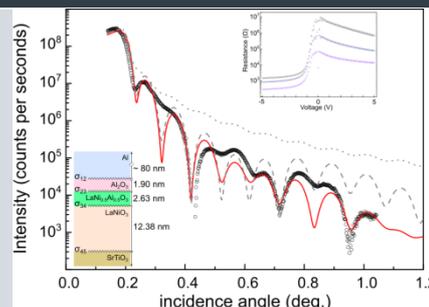
L'équipe étudie les propriétés optiques et l'émission de lumière dans les semiconducteurs II-VI. Nous disposons de bancs de spectroscopie de photoluminescence, de micro-photoluminescence et de spectroscopie infrarouge. Nous nous intéressons entre autres sujets, à la problématique des défauts et des impuretés dans les semiconducteurs (massifs, couches minces, nanostructures) à l'identification de dopants, au confinement quantique dans des structures planaires et des nanostructures de type nanofils cœur-coquille.



Photoluminescence d'un puit quantique ZnO/ZnMgO en fonction de la puissance.

#### Fonctionnalisation d'oxydes

Les nombreuses propriétés de surface et d'interface (effet de champ, transfert de charge, de polarisation électrique ou magnétique, contrainte mécanique bi-axiale, levées de dégénérescence des orbitales, réactions chimiques en phase solide) sont autant de leviers pouvant être actionnés par un stimulus extérieur de faible énergie. En combinant des mesures de microscopie électronique à transmission avec des mesures de spectroscopie en pertes d'énergie d'électrons et de réflectométrie de rayons X, nous nous intéressons à la morphologie de l'interface métal/oxyde pour comprendre l'influence sur les propriétés d'interface.



Réflectivité de rayons X décrivant la morphologie d'une interface Al/Oxyde ; caractéristique résistance-tension du contact

### Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
C2N	UPS	Nanomatériaux piezoélectriques pour la récupération d'énergie
GEEPS	UPS	Nanomatériaux piezoélectriques pour la récupération d'énergie
MSSMAT	UPS	Nanomatériaux piezoélectriques pour la récupération d'énergie
C2N	UPS	Modélisation de la croissance catalysée de nanofils SC
LEM	UPS	Analyses par microscopie en transmission
SPMS	UPS	Interfaces d'oxydes
SixS	UPS	Interfaces d'oxydes

### Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
CRHEA	CNRS		Injection et détection de spin dans des nanostructures tout oxyde Lasers et détecteurs quantiques à base de ZnO
GPM	Université de Rouen		Sonde Tomographique
GREMAN	Université de Tours		Mesures électriques locales
LMGP	INP Grenoble		Croissance localisée d'oxydes semiconducteurs

### Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Department of Physics	Université d'Oslo	Norvège	Emission de photons uniques dans les semiconducteurs
ETHZ	Zurich	Suisse	Mesures THz, design de composants
IPEST	Université la Marsa	Tunisie	Calculs théoriques des propriétés des hétérostructures ZnO/Graphène
ISOM	Université de Madrid	Espagne	Métamatériaux hyperboliques et plasmonique
TUW	Université de Vienne	Autriche	Composants à cascades quantiques à base d'oxydes