

C2N

Présentation du laboratoire

Nom du Laboratoire	Centre de nanosciences et de nanotechnologies
Acronyme	C2N
Adresse	10 boulevard Thomas Gobert 91120 Palaiseau France
Site web	https://www.c2n.universite-paris-saclay.fr/
Tutelles	CNRS + Université Paris-Saclay + Université Paris
Graduate School(s) de rattachement	Physique, Sciences de l'ingénierie et des systèmes
Autres OI d'intérêt	2IM, Quantum
Directeur du laboratoire	Faini Giancarlo
Email	giancarlo.faini@c2n.upsaclay.fr
Téléphone	01 70 27 01 03

Personne contact du laboratoire pour PSiNano

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Huc	Vincent	DR-CNRS	vincent.huc@universite-paris-saclay.fr	0169157436

Présentation des équipes de recherche

Équipe 1

Nom de l'équipe	Boîtes quantiques et nanostructures photoniques (C2N/PHOTONICS/QD)
Site Web de l'équipe	https://www.qdgroup.universite-paris-saclay.fr/
Nombre de personnels	4 permanents, 2 post-doctorants

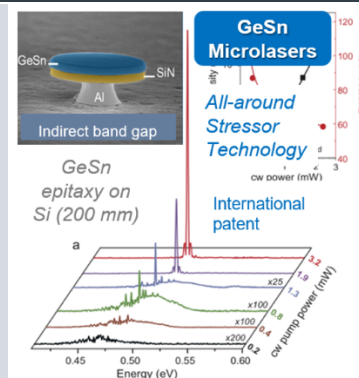
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
CHECOURY	Xavier	EC	xavier.checoury@c2n.upsaclay.fr	0170270517
EL KURDI	Moustafa	EC	moustafa.el-kurdi@c2n.upsaclay.fr	0170270511
SAKAT	Émilie	C	emilie.sakat@c2n.upsaclay.fr	0170270541
SAUVAGE	Sébastien	C	sebastien.sauvage@c2n.upsaclay.fr	0170270510

Activités de recherche

Silicon nanophotonics for light control and new infrared light sources.

Next generation of advanced silicon light emitters and high speed low energy nanophotonics components operating from the ultraviolet to the far infrared spectral regions exploiting light confinement in semiconductor photonic nanostructures, based on silicon-germanium-tin & diamond & III-nitride planar nanotechnologies on silicon. GeSn microlasers on silicon using tensile strain semiconductors (figure). Silicon and diamond photonic crystal and ultimate nonlinearities in nanoresonators for biosensing, quantum and radio-frequency telecommunication information processing, and integrated electron acceleration (starting project).

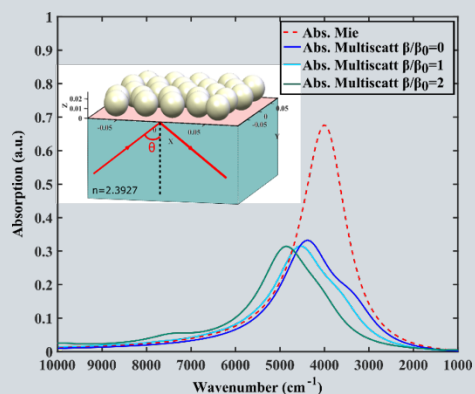


Continuous-wave laser in group-IV semiconductors with tensile strained GeSn alloys

Doped colloidal nanocrystals

We investigate the tunable infrared properties of doped semiconductor nanocrystals considered as building blocks for infrared colloidal photonics and opto-electronics. As starting projects, we study non-local effects in plasmonic highly doped nanocrystals in relation to hydrodynamic models. It is based on a measurement of the infrared polarizability of single and multiple doped plasmonic nanocrystals. We also look at absorption nanospectroscopy imagery of single colloidal nanocrystals doped with few electrons making intraband transitions in the mid and far infrared spectral range and measured using local scanning probe photoacoustics microscopy.

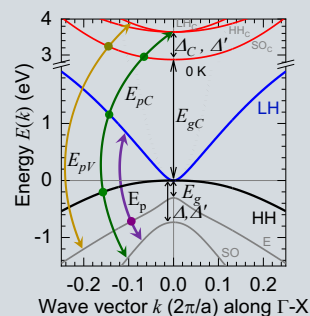
Absorption spectra of an ensemble of disordered semiconductor plasmonics nanocrystals with various quantics confinement intensity (β/β_0) of the electron gaz.



Titre activité de recherche : Modeling of electronic and photonic semiconductor nanostructures

Modeling of the electronic structure of semiconductor colloidal nanocrystals using multiband k.p Schrödinger equation solving. Modeling of the band structure and optical field in semiconductor ultimate nanoresonators. Modelling of semiconductor plasmonics nanocrystals with a semi-classical Hydrodynamic Drude model.

14-band k.p electronic structure of HgSe in pressure and temperature



Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
ENSTA – LOA	IPP	Ultrafast dynamics of nanocrystals
THALES – TRT	Ind	Nanocavities for telecommunication
LUMIN – ENS Paris-Saclay	UPS	Möbius strip microlasers
LPS - CNRS	UPS	Quantum free electrons nano-optics
LPICM - CNRS – Ecole polytechnique	IPP	GeSn microlasers
Institut d'Optique	UPS	Nanoparticle plasmonics

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LETI	LETI, Grenoble	France	GeSn microlasers
ST-Microelectronics	Industrial	France	GeSn microlasers
INSP	CNRS, Université de Paris	France	Infrared nanospectroscopy of colloidal nanocrystals
Institut Pascal	CNRS, Université Clermont Auvergne	France	Modelling of nanoparticles plasmonics
CHREA	CNRS, Valbonne	France	III-N nitride nanophotonics

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Peter Grünberg Institute	JARA-Institute Green IT, Juëlich	Allemagne	Tin-germanium microlasers
HKU	Université of Hong-Kong	Chine	Electrically pumped GaN-based microdisk laser

Équipe 2

Nom de l'équipe	CIMPHONIE
Site Web de l'équipe	https://cimphonie.c2n.universite-paris-saclay.fr
Nombre de personnels	2 permanents, 2 doctorants

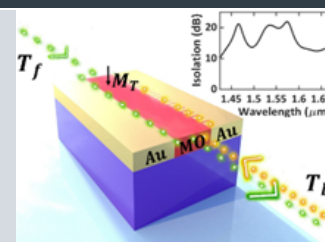
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
DAGENS	Béatrice	C	beatrice.dagens@c2n.upsaclay.fr	0170270407
YAM	Navy	EC	vy.yam@c2n.upsaclay.fr	0170270406

Activités de recherche

Isolateur et circulateur intégrés

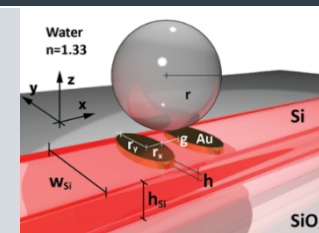
Les effets non-réciproques comme l'effet Kerr Magnéto-Optique Transverse (TMOKE) permettent de réaliser la transmission d'une onde dans une seule direction dans un guide d'onde comportant un matériau magnéto-optique. Néanmoins la faible gyrotropie des matériaux intégrables nécessitent des mécanismes d'exaltation comme des résonances, de cavités ou plasmoniques. Nous étudions ici les structures magnéto-plasmoniques pour réaliser des isolateurs ou circulateurs optiques intégrés, et plus particulièrement les structures magnéto-biplasmoniques [1], constituées d'un guide à fente plasmonique, compatibles avec des matériaux de faible gyrotropie.



Isolation optique large bande par effet magnéto-biplasmonique

Pince plasmonique intégrée pour la manipulation de nanoparticules

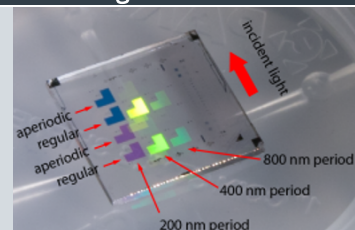
Le principe des pinces optiques repose sur l'utilisation de force de gradient optique générée par l'existence d'un gradient de champ électrique. Pour surpasser la limite de diffraction des systèmes utilisant le champ lointain, une solution est d'utiliser une structure plasmonique qui confine fortement la lumière dans un volume sub-longueur d'onde. Nous exploitons les propriétés des plasmons de surface localisés générés par des nanostructures métalliques pour réaliser des pinces plasmoniques intégrées en les couplant à des guides d'ondes. Ce système est utilisé afin de piéger et manipuler des nanoparticules diélectriques, métalliques et biologiques.



Pince plasmonique intégrée constituée de 2 nanoparticules d'or couplée à un guide d'onde SOI.

Matrices de nanostructures plasmoniques désordonnées corrélées pour la réalité augmentée

Des résonateurs plasmoniques sont utilisés pour contrôler la réflectance des substrats fonctionnalisés. Leurs dimensions caractéristiques sub-longueur d'onde permettent de modifier la couleur des plaques de verre transparent sans altérer la qualité de la transparence. Leur disposition spatiale et leurs dimensions sont choisies de manière telle que les plaques ne produisent pas de diffraction non spéculaire. Une distribution spatiale des nanoparticules métalliques en réseau désordonné corrélé permet d'atténuer les effets de diffraction tout en conservant des réponses de réflectance et de transmittance similaires et en maintenant une transparence claire de la plaque de verre.



Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LAAS	CNRS	Toulouse	Fabrication de réseaux de guides nitrures

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Département d'électronique et d'optique	Politecnico de Bari	Italie	Métasurfaces accordables

Équipe 3

Nom de l'équipe	Single photons and single spins
Site Web de l'équipe	http://quantumdot.eu
Nombre de personnels	6 permanents, 2 post-doctorants, 9 doctorants

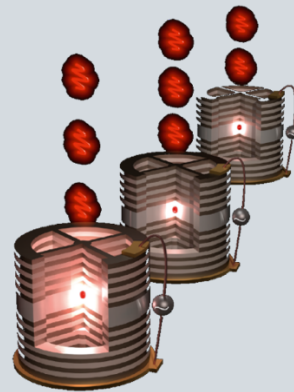
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Krebs	Olivier	C	Olivier.krebs@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 05 56
Lanco	Loïc	EC	loic.lanco@u-paris.fr	01 70 27 03 73
Senellart	Pascale	C	Pascale.senellart-mardon@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 05 67
Lemaître	Aristide	C	aristide.lemaitre@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 05 42
Morassi	Martina	IR	Martina.morassi@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 67
Sagnes	Isabelles	C	isabelle.sagnes@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 63

Activités de recherche

Quantum light

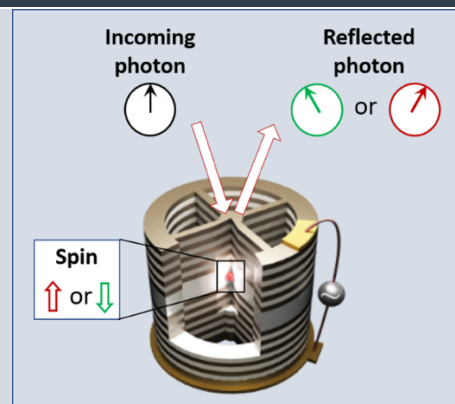
Quantum light is a key resource for quantum technologies, be it for intermediate scale quantum computing or long-distance quantum communications. However, the development of efficient single photon sources and photon-photon gates remains a great challenge for the scalability of these technologies. In the last few years, semiconductor quantum dots have emerged as a promising system both to generate single and entangled photons as well as to develop deterministic photon-photon gates. Our team has developed a unique expertise in this area, using the tools of cavity quantum electrodynamics and of semiconductor nano-processing. We have developed state of the art single photon sources that allows scaling up optical quantum protocols. We now explore ways to generate new types of quantum bits, perform multi-photon experiments and work toward the generation of multi-photon entangled states. Quandela, a spin-off company funded in 2017, commercializes single photon sources.



Artist view of semiconductor single photon sources: a single quantum dot is positioned at the center of a micropillar cavity that allows for efficient collection of the photons. An electrical control is used to tune the source wavelength and reduce charge noise.

Spin-photon interfaces

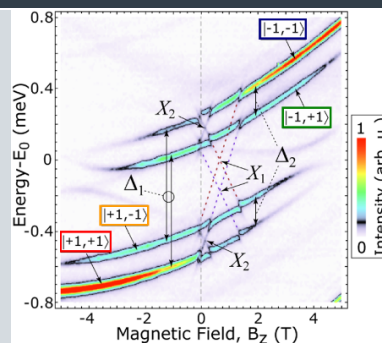
We aim at controlling the interaction between light and matter at the most fundamental quantum level: qubits. To this purpose, we recently developed an efficient interface between a single material qubit (the spin of a single charge, trapped in a nanoscale structure) and a single photonic qubit (the polarization of a single photon). We perform fundamental experiments in solid-state and quantum physics, taking advantage of the quantum back-action induced on a single spin by a single detected photon. We want to entangle a spin with several photons, and perform quantum operations interconnecting photons and spins. Ultimately, our goal is to develop spin-mediated photon-photon gates and implement them in various quantum communication and optical quantum computing protocols.



Schematic of an efficient spin-photon interface, whereby incoming photons experience a strong rotation of their polarization state, depending on the orientation of a single confined spin.

Magnetic quantum dots

As an alternative to the spin of a single charge in a quantum dot (QD), chemical doping by a magnetic atom can be used to introduce a single spin in the QD matrix. When the latter is efficiently coupled to the QD exciton via exchange interaction, it can be manipulated by light. In this research topic, we aim to investigate the system consisting of an InGaAs quantum dot doped by a single or a small number of Mn atoms. Under appropriate magnetic field, these QDs exhibit transitions for both spin manipulation and non-destructive spin readout. The current challenge is to achieve efficient resonant optical excitation of specific transitions, which so far seems to be limited by spectral wandering. We expect significant progress by using optical resonator and better control of the electric environment, in order to demonstrate the potential of Mn-doped QDs for quantum applications.



Magneto-optical signature of a single InGaAs quantum dot doped by two Mn atoms. Four 2-qubit states $|\pm 1, \pm 1\rangle$ are clearly identified.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Laboratoire Charles Fabry	UPS	Coupled quantum dots
Quandela	Ind	Single photon sources

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Institut Néel	Université Grenoble Alpes, CNRS	Grenoble	Thermodynamique quantique

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Quantum information Lab	University La Sapienza - Roma	Italy	On chip quantum computing
Racah Institute of Physics	Hebrew University of Jerusalem	Israël	Generation of linear cluster states
Department of Electrical Engineering	Indian Institute of Technology, Kanpur	India	Design of optical cavity for Mn-doped QDs
Ioffe Institute	Russian Academy of Sciences	Russia	Theory of spin measurement and control

Équipe 4

Nom de l'équipe	Polariton Quantum Fluids at C2N
Site Web de l'équipe	http://polaritonquantumfluid.fr/
Nombre de personnels	2 permanents, 2 post-doctorants, 2 doctorants

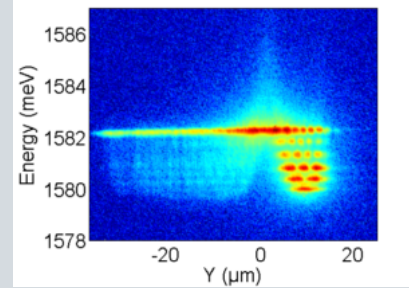
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Bloch	Jacqueline	DR	jacqueline.bloch@c2n.upsaclay.fr	0170270471
Ravets	Sylvain	CR	sylvain.ravets@c2n.upsaclay.fr	0170270472

Activités de recherche

Fluids of light

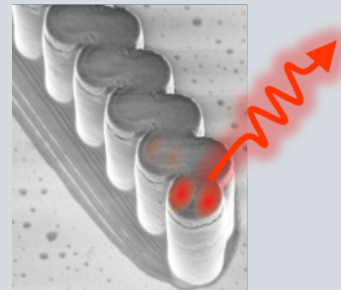
We study the physics of fluids of light in semiconductor microcavities, with the aim of developing new photonic devices and also exploring the non-linear dynamics of dissipative systems. The optical excitations of these cavities (called "exciton polaritons") behave like fluids of light with fascinating physical properties. Due to their photonic nature, they propagate like light, they can be confined in structures of micrometer size. Polaritons also feature optical non-linearities (Kerr-type) which gives them fascinating properties such as superfluidity, vortex nucleation, or Bose Einstein condensation when all polaritons massively occupy massively the same state. We are interested in the generation of these condensates, their manipulation in microstructures, and their properties of coherence and stability.



Emission of a 1D cavity showing an extended polariton condensate and optically trapped polaritons.

Topology in arrays of polariton microcavities

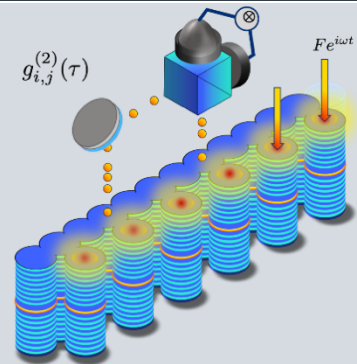
Our group has developed state-of-the-art technology to manufacture optical microcavity lattices with well-chosen band structures and topological properties. For example, we studied networks of photonic graphene, and observed their edge states as well as other phenomena emerging from the topological properties of Dirac cones. Taking advantage of the non-linear properties of polaritons, we recently demonstrated topological lasing in a 1D array, where the laser mode is protected from perturbations in its environment due the system's topology. Finally, we are interested in the topological phases of quasi-crystals, which have fractal band structures and allow us to imitate the quantum hall effect.



Electron microscopy image of a 1D array of micro-pillars with an artistic representation of the laser emission in a topological state.

Quantum optics in polariton lattices

One of our research activities is to study the quantum properties of the photonic lattices we develop in the group. Indeed, in the strong coupling regime between light and between the electronic excitations of the system, we generate hybrid light-matter quasi-particles, which behave like interacting photons. Nowadays, the major challenge for photonic platforms is to generate sufficiently strong interactions between polaritons, to generate quantum correlations between photons escaping from these synthetic structures. Our goal is to investigate the optical signatures of this quantum behavior, as a function of the dimensionality of the system (1D or 2D) and of the topology of its band structure.



A schematic image of a polariton lattice. In the strongly interacting regime, light escaping from the array shows quantum properties.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Laboratoire de Physique des Solides	UPS	Dirac physics in artificial graphene
Centre de Physique Theorique	IPP	Localization of waves in quasi-periodic potentials

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LKB	CNRS/Université Paris Sorbonne	France	Analog gravity with cavity polaritons
MPQ	CNRS/ Université de Paris	France	Optomechanics with cavity polaritons

Institut Néel	CNRS	France	Stochastic thermodynamics in polariton micropillars
LPMMC	CNRS	France	KPZ universality in polariton condensates
Phlam	CNRS/Université de Lille	France	Topologie dans le graphène à polaritons

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
ITP	ETH Zurich	Suisse	Localization of waves in quasi-periodic potentials
BEC	CNR/Trento University	Italie	Theory of polariton quantum fluids
Institute of Photonic Sciences	ICFO	Spain	Measure of topological invariants in polariton lattices
AIMR	Tohoku University	Japon	Topological properties in polariton lattices
MQ Photonics Research center	Maquarie University	Australia	Polariton blockade with fibered polariton cavity

Équipe 5

Nom de l'équipe	MINAPHOT
Site Web de l'équipe	https://minaphot.c2n.universite-paris-saclay.fr/
Nombre de personnels	4 permanents, 3 post-doctorants, 14 doctorants

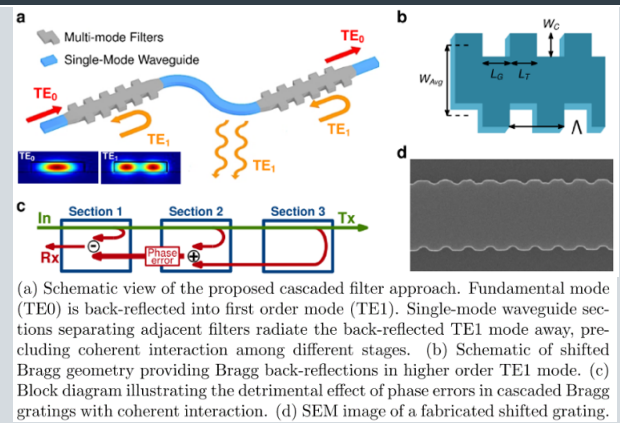
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Alonso-Ramos	Carlos	C	Carlos.ramos@c2n.upsaclay.fr	
Marris-Morini	Delphine	Prof	Delphine.morini@c2n.upsaclay.fr	
Cassan	Eric	Prof	Eric.cassan@c2n.upsaclay.fr	
Vivien	Laurent	C	Laurent.vivien@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

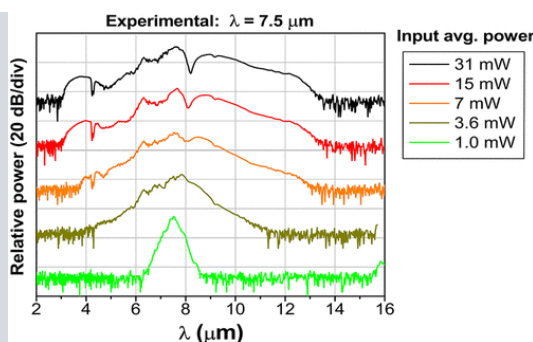
Subwavelength silicon photonics

Subwavelength photonics structures have generated a great interest in many applications. As an example, selective optical filters with high rejection levels are of fundamental importance for a wide range of advanced photonic circuits and especially for quantum applications. A new approach based on coherency-broken Bragg filters was proposed to overcome this fundamental limitation on rejection filters. Based on this concept, on-chip non-coherent cascading of Si Bragg filters is experimentally demonstrated, achieving a light rejection exceeding 80 dB, the largest value reported for an all-passive silicon filter.



Mid-IR photonics

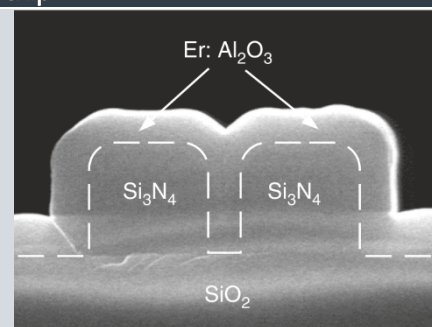
Midinfrared spectroscopy is a universal way to identify chemical and biological substances. On-chip broadband light sources in the mid-infrared are thus of significant interest for compact sensing devices. This work reports the experimental demonstration of on-chip two-octave supercontinuum generation in the mid-infrared wavelength, ranging from 3 to 13 μm (that is larger than 2500 cm^{-1}) and covering almost the full transparency window of germanium. These results pave the way for wideband, coherent, and compact mid-infrared light sources by using a single device and compatible with large-scale fabrication processes.



Experimental demonstration of supercontinuum generation in the mid-infrared wavelength, ranging from 3 to 13 μm

Erbium-doped hybrid active waveguides for light amplification on a chip

We are developing an activity of all-integrated optical amplifiers in silicon photonics. This approach is based on the use of silicon-nitride-on-silica coated waveguides doped by Erbium ions through the ALD technique at concentrations of the order of 10^{21} cm^{-3} and optically pumped at the wavelength of 1480nm. The deposition technique, optimized by our partner at Aalto university (Finland), takes advantage of the optical circuits made within C2N, and has enabled the demonstration of an optical gain in the Erbium band (around 1530nm) of a few tens of dB/cm for pump powers not exceeding 10mW. This work is currently giving rise to developments for the realization of integrated lasers on chip.



SEM cross-section view of the realized active Si₃N₄ waveguide

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Laboratoire Charles Fabry	UPSaclay/IOGS	Optique non-linéaire sur puce
THALES TRT	Ind	Composants actifs rapides intégrés Circuits à cristaux photoniques
III/V-lab	Ind	Composants actifs (modulateurs, lasers) rapides intégrés en photonique sur silicium
Mirsense	Ind	Photonique moyen infra rouge

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
MIT	MIT	USA	Matériaux 2D pour la photonique silicium
Department of Electronics and Nanoengineering	Aalto University School of Electrical Engineering	Finland	Matériaux 2D pour l'optique nonlinéaire
L-Ness	Politecnico di Milano	Italie	Photonique Silicium et Germanium
WNLO	HUST university / Wuhan	Chine	Photonique silicium
National Research Council, Ottawa	National Research Council	Canada	Optique sub-longueur d'onde

Principales Collaborations Nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
ImPhyni	University	France	Quantum Si photonics
CEA/Leti	CEA/Leti	France	Quantum Si photonics
STMicroelectronics	STM	France	Quantum Si photonics

Équipe 6

Nom de l'équipe	ODIN « Optoelectronic Devices and Innovation
Site Web de l'équipe	https://odin.c2n.universite-paris-saclay.fr
Nombre de personnels	9 permanents, 6 post-doctorants, 9 doctorants

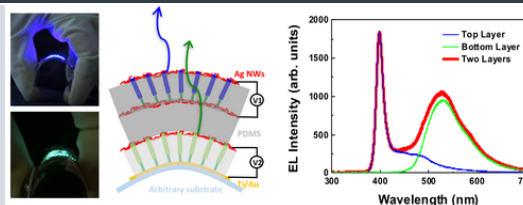
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Tchernycheva	Maria	C	Maria.tchernycheva[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 03 76
BOUCHOULE	Sophie	C	Sophie.bouchoule[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 06 27
Delamarre	Amaury	C	Amaury.delamarre[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 80
Cattoni	Andrea	C	Andrea.cattoni[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 06 30
Collin	Stéphane	C	Stephane.collin[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 06 91
Colombelli	Raffaele	C	Raffaele.colombelli[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 06 29
Manceau	Jean-Michel	C	Jean-michel.manceau[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 06 22
Bousseksou	Adel	EC	Adel.bousseksou[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 06 73
Julien	Francois	C	Francois.julien[at]c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 69

Activités de recherche

Nitride nanostructured LEDs and photodetectors

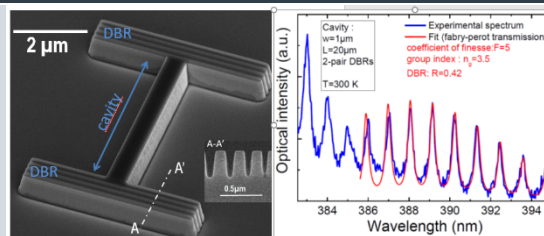
Nanostructures present a large number of advantages for three-dimensional LEDs and detectors, namely an improvement of the material quality with respect to thin films, a better handling of the strain induced by thermal expansion mismatch, an improved extraction efficiency as well as new functionalities, such as the mechanical flexibility. We are working on nanowires as well as on nanoporous structures to develop mechanically flexible optoelectronic devices operating in the visible range.



Blue and green nanowire flexible LEDs.

Wide bandgap Integrated light-sources

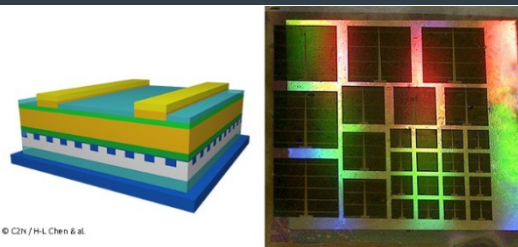
We develop III-V integrated light sources for communications, information technologies, and sensing. Our main goals are to increase the speed and bit-rate, reduce the power consumption, and implement new functionalities. To do so, we explore novel materials and laser geometries, as well as new laser emission regimes (e.g. strong coupling and polariton emission), at the heart of various devices such as nitride-based micro-emitters and nitride-based laser diodes in the UV /visible range.



Semiconductor nitride (GaN/AlGaN) polariton laser diode in a waveguided geometry operating at room temperature.

Ultrathin solar cells

Up to now, the laboratory state-of-the-art 20%-efficient solar cells required at least 1 micrometer-thick layers of semiconductor material (GaAs, CdTe, CIGS), or even 40 μm or more in the case of silicon. A significant thickness reduction would enable material savings of scarce materials like Tellurium or Indium and industrial throughput improvements due to shorter deposition times. The team is developing new light trapping strategies for enhanced absorption over a large spectral range that fits the solar spectrum from the visible to the infrared. Those strategies are implemented through inexpensive, rapid and scalable techniques.



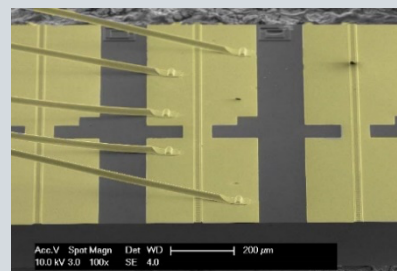
(left) Sketch of an ultrathin solar cell made of GaAs with a nanostructured back mirror. (right) Photograph of a sample showing the diffraction effect of a nanostructured mirror in air and the absorption enhancement effect in ultrathin solar cells (square black areas). Copyright C2N.

Mid-IR/THz Quantum Devices

The goal of the Mir-THz research activity is to develop novel optoelectronic devices within the technologically important part of the EM spectrum that is Mid-infrared to Far-infrared ($\lambda \approx 3 \mu\text{m}$ to $300 \mu\text{m}$). This region is relevant for imaging, spectroscopy and environmental applications.

To do so, we explore a solid state approach where we use the confined electronic transitions within the conduction band of semiconductor Quantum Wells, the so-called intersubband transitions. These transitions are at the heart of various devices such as Quantum Cascade Lasers, Polaritonic light emitting diodes and Quantum Well Infrared Photodetectors.

We also explore the possibility to use the vibrational modes of organic materials to develop mid-IR/THz optoelectronics



Scanning electron microscope picture of a Mid-Infrared quantum cascade laser.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
IOGS	UPS	
ONERA	Ind	

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
CRHEA	CNRS	France	Nanostructured LEDs
UMI Georgia-Tech Metz	CNRS	France	Van der Waals epitaxy for flexible devices
IPVF	EDF, Total, Riber, CNRS, Ecole Polytechnique	France	High efficiency low cost III-V solar cells, Photovoltaic advanced concepts

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Institut Ioffe	Academy of Sciences	Russia	Nanowire-based devices
RCAST	University of Tokyo	Japon	Photovoltaic advanced concepts

Équipe 7

Nom de l'équipe	Optomechanics and Nanophononics
Site Web de l'équipe	https://toniq.c2n.universite-paris-saclay.fr/fr/activites/optomecanique
Nombre de personnels	2 permanents, 6 post-doctorants, 5 doctorants

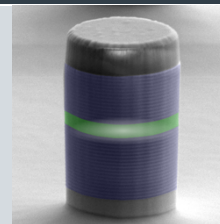
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Braive	Rémy	EC	remy.braive@c2n.upsaclay.fr	070270433
Lanzillotti Kimura	Daniel	C	daniel.kimura@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

Ultrahigh frequency nanophononics

The study of mechanical systems in their quantum ground state motivates the development of novel mechanical resonators with frequencies higher than a few GHz. In this particular frequency range, standard cryogenic techniques become sufficient to reach the quantum regime without relying on additional sideband optical cooling. Recently, we presented GaAs/AlAs pillar microcavities as new optomechanical resonators performing in the unprecedented

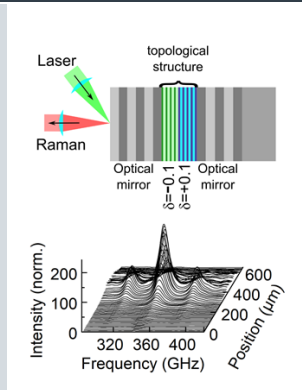


18-100 GHz mechanical frequency range, showing highly promising features such as state-of-the-art quality factor-frequency products. We explore novel phonon confinement strategies as well as innovative measuring techniques, and the coupling with quantum emitters.

SEM image of an opto-phononic micropillar resonator

Localization phenomena, transport, and topological nanoacoustics

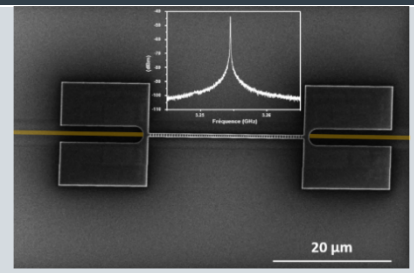
Acoustic transport, integration, and topological phenomena
 Acoustic waves represent a versatile platform for the study of wave dynamics and localized excitations. More generally, acoustic waves spanning the MHz-THz range can be used for the study of the information exchange between different (quantum and classical) optomechanical platforms working in completely different mechanical and/or optical frequencies. The C2N has the leverage to tackle the engineering of efficient resonators and waveguides, and the integration and the coupling of multiple oscillators. Topological phenomena, Anderson co-localization of acoustic phonons and visible photons, synchronization, chaos, and transport are a few examples of the physics explored in this research line.



(top) Schematics of the Raman scattering measurement in a topological phononic sample. (bottom) Raman spectra of a topologically confined acoustic mode.

Electro-opto optomechanics in nanodevices

Photonic crystals have evidence the strong colocalization of optical and mechanical modes in the GHz range. Such emblematic structure of nanophotonics has allowed the emergence of coherent nano-optomechanical systems extremely promising for time-keeping technologies and neuromorphic computing. In order to achieve these applications, several challenges are at stakes (i) a controlled and repeatable nanofabrication processes, (ii) an in-depth understanding, at the nanoscale, of dissipations and fluctuations for a single resonator which require the development of new tools for non-perturbative measurements, (iii) a control of the coupling between two and then several identical resonators.



SEM image of an optomechanical crystal.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Thalès-RT	Ind	Horloge optomécanique
Lumin	UPS	Simulation optomécanique

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Laboratoire Kastler-Brossel (LKB)	Sorbonne Université	France	Cristaux optomécaniques
Institut Néel	CNRS	France	Cristaux optomécaniques
MPQ	Université de Paris - CNRS	France	High frequency optomechanics

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Instituto de NanoSistemas (INS)	Universidad Nacional de San Martin	Argentina	Mesoporous materials for nanophononic applications
Instituto de Micro y Nanosistemas	CSIC	Spain	Chiral acousto-plasmonics
Phononic and Photonic Nanostructures	Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology (ICN2)	Spain	Topological optomechanics
University of Malta	University of Malta	Malte	Théorie optomécanique

Équipe 8

Nom de l'équipe	TONIQ
Site Web de l'équipe	https://toniq.c2n.universite-paris-saclay.fr
Nombre de personnels	2 permanents, 6 post-doctorants, 5 doctorants

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Barbay	Sylvain	C	sylvain.barbey@c2n.upsaclay.fr	
Belabas	Nadia	C	nadia.belabas@c2n.upsaclay.fr	
Bencheikh	Kamel	C	kamel.bencheikh@c2n.upsaclay.fr	
Giacomotti	Alejandro	C	alejandro.giacomotti@c2n.upsaclay.fr	
Levenson	Ariel	C	juan-ariel.levenson@c2n.upsaclay.fr	
Raineri	Fabrice	EC	fabrice.raineri@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

Nano-dispositifs optoélectroniques

Cette activité de recherche est axée sur l'exploration de structures à base de cristaux photoniques (PhC) hybrides en semiconducteurs III-V sur silicium et sur son exploitation pour la réalisation de dispositifs optoélectroniques présentant des performances en terme d'énergie d'activation, de taille et de rapidité très au-delà de l'état de l'art.

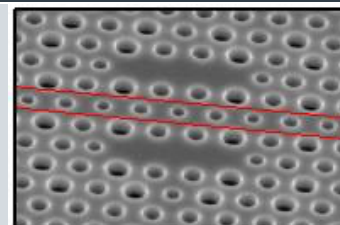


Nanodiode laser

Dynamique et optique non linéaire

Cette activité regroupe :

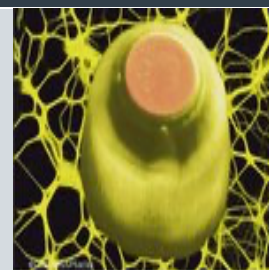
- les travaux de notre équipe sur les interactions paramétriques exploitées pour la réalisation de sources de lumière classiques et non classiques dans des structures semiconductrices et en niobate de lithium
- nos activités autour de la dynamique non linéaire de systèmes de nanocavités couplées en semiconducteur en régime de faible nombre de photons
- nos études autour de l'interaction entre atomes et nanostructures photoniques



Nanocavités non linéaires couplées

Dispositifs photoniques neuromorphiques

Cette activité concerne d'une part l'étude de la physique des systèmes neuromimétiques et de la complexité spatio-temporelle des lasers à microcavité verticale contenant un absorbant saturable. Nous travaillons aussi à exploiter nos nanocavités actives à cristaux photoniques pour développer des dispositifs pour le calcul neuromorphique.



Microlaser excitable

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
IOGS	UPS/IPP/Ind	Plateforme nanophotonique pour l'interaction forte avec des atomes de Rubidium
Thales Research and Technologies	Ind	Dispositif à cristaux photoniques, optique non linéaire paramétrique, calculs neuromorphiques

CEA Saclay/LEPO	UPS	Photonique organique
-----------------	-----	----------------------

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LKB	Sorbonne Université	France	Plateforme nanophotonique pour l'interaction forte avec des atomes de Rubidium
Femto-St	Univ Bourgogne Franche comté	France	Photonique neuromimétique
PhLAM	Univ Lille	France	Dynamique spatiotemporelle de lasers

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
INTEC	Ghent university/IMEC	Belgique	optique non linéaire paramétrique
Department of Informatics	Aristotle University of Thessaloniki	Grèce	nano-optoelectronic devices
ORC	Université de Southampton	Royaume uni	nano-optoelectronic devices
Dpt de Fisica	Univ de Chile	Chile	Neuromimetic photonics, spatiotemporal complexity
Dpt of Physics	Univ Auckland	New Zealand	Systèmes photoniques à retard

Équipe 9

Nom de l'équipe	CRIME
Site Web de l'équipe	https://crime.c2n.universite-paris-saclay.fr/
Nombre de personnels	6 permanents, 1 post-doctorant, 2 doctorants

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Akmansoy	Eric	EC	eric.akmansoy@c2n.upsaclay.fr	
Burokur	Shah-Nawaz	EC	shah-nawaz.burokur@u-psud.fr	
De Lustrac	André	EC	andre.de-lustrac@u-psud.fr	
Gadot	Frédérique	EC	frederique.gadot@c2n.upsaclay.fr	
Lupu	Anatole	C	anatole.lupu@c2n.upsaclay.fr	
Ratni	Badreddine	EC	badreddine.ratni@u-psud.fr	

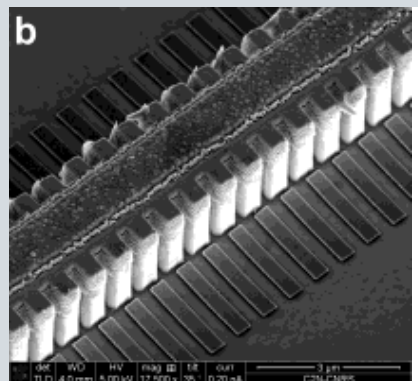
Activités de recherche

Diodes laser à rétroaction distribuée (DFB) à symétrie Parité-Temps avec pompage par injection électrique pour des applications télécoms

L'ingénierie d'indice de réfraction est depuis longtemps utilisé un dans la conception de dispositifs photoniques. D'autre part, en pratique, la conception et l'ingénierie des dispositifs photoniques actifs repose non seulement sur le contrôle d'indice de réfraction, mais aussi du gain ou des pertes. La présence des pertes a longtemps été considérée comme uniquement néfaste, causant la dégradation des performances des systèmes optiques.

L'avènement du concept de la symétrie Parité-Temps en optique a conduit au changement du paradigme. L'indice de réfraction, le gain et les pertes sont ainsi considérés comme des "ingrédients" à part entière pour ce type de systèmes optiques.

Nous avons appliqué le concept de symétrie Parité-Temps à des dispositifs pratiques matures, en particulier à la conception et à la fabrication d'une diode laser DFB à injection électrique. L'intérêt principal de l'application du concept de symétrie Parité-Temps aux



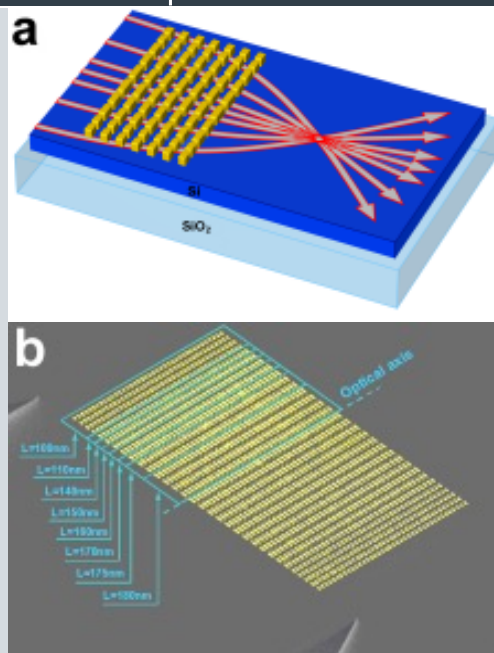
images MEB de lasers DFB fabriqués avec un réseau de Bragg à profil d'indice complexe.

lasers DFB est d'améliorer le comportement monofréquence grâce à une modulation simultanée de l'indice de réfraction et des pertes.

Dispositifs photoniques à base de métamatériaux hybrides métal-diélectriques

Les verrous principaux qui bloquent l'utilisation de métamatériaux dans le domaine optique sont les difficultés technologiques pour réaliser des structures multicouches ainsi que les pertes dues à l'absorption du métal. Pour contourner ces difficultés, nous avons initié une approche originale qui consiste à utiliser les métamatériaux dans une configuration guidée. Il s'agit d'une structure hybride composée d'une seule couche de métamatériau à la surface d'un guide d'onde diélectrique. Les avantages d'une telle solution sont la simplification de la technologie – une seule couche métamatériau et la réduction des pertes. Le but est de modifier localement l'indice effectif par les résonances de cette métasurface et contrôler ainsi la propagation de la lumière dans le guide d'onde pour réaliser divers dispositifs optiques, par exemple une lentille à gradient 2D pour focaliser la lumière dans un guide d'onde plan.

a) Schéma d'une lentille à gradient 2D à base de métamatériaux métal-diélectriques hybrides. Direction de propagation de la lumière indiquée par des flèches. B) Image MEB d'une lentille à gradient à base d'une métasurface intégrée sur un guide d'onde silicium et composée de nano-fils d'or de différentes longueurs L ;



Équipe 10

Nom de l'équipe	NOvel MAgnetic Devices (NOMADE)
Site Web de l'équipe	http://www.nomade.universite-paris-saclay.fr
Nombre de personnels	4 permanents, 2 post-doctorants, 1 doctorant

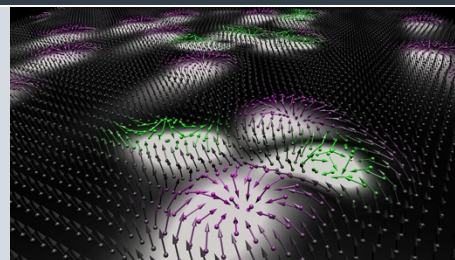
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
ADAM	Jean-Paul	C	jean-paul.adam@c2n.upsaclay.fr	
CHAPPERT	Claude	C	claud.chappert@c2n.upsaclay.fr	
DEVOLDER	Thibaut	C	thibaut.devolder@c2n.upsaclay.fr	
KIM	Joo-Von	C	joo-von.kim@c2n.upsaclay.fr	0170270327

Activités de recherche

Théorie et simulation des nano-objets magnétiques

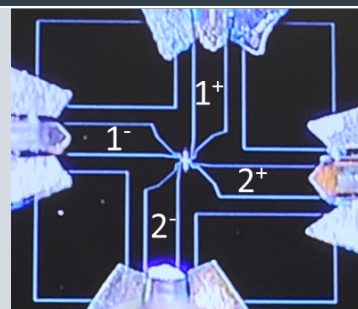
Cette activité porte sur la théorie de la dynamique de l'aimantation dans des systèmes magnétiques à l'échelle du nanomètre. En particulier, nous étudions la dynamique non linéaire et la dynamique stochastique des solitons topologiques, comme les parois de domaine, les vortex et les skyrmions. Nous nous intéressons également à la magnonique dans les systèmes chiraux, ainsi que pour des applications de calcul neuro-inspiré.



Génération de paires skyrmion-antiskyrmion par couple de spin-orbite

Ondes de spin : métrologie et applications

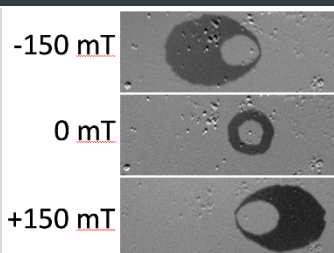
Cette activité porte sur la mesure des excitations propres de l'aimantation dans des nanostructures magnétiques et son utilisation dans des nano-composants. En particulier, nous développons des méthodes innovantes pour exciter et caractériser la dynamique non linéaire des ondes de spin, à la fois en domaine fréquence et en domaine temps, par la mise en œuvre de méthodes électriques et magnéto-optiques. Nous nous intéressons tout particulièrement à la dynamique non-réciproque des ondes de spin, ainsi qu'à son couplage aux autres degrés de liberté dans les matériaux hybrides.



Transducteurs hyperfréquence d'ondes de spin, basés les couples spin-orbite.

Dynamique de parois de domaines

Cette activité porte sur la mesure de la dynamique de parois de domaines dans des systèmes ferromagnétiques à aimantation perpendiculaires chiraux. Nous étudions par microscopie magnéto-optiques le déplacement des parois de domaines dans les différents régimes de dynamique de reptation, de dépiégeage et visqueux. Nous nous intéressons spécifiquement aux effets de l'interaction Dzyaloshinskii-Moriya sur les classes d'universalité d'une interface 1D dans un système 2D qui décrivent le déplacement d'une paroi de domaines dans les régimes de reptation et de dépiégeage.



Asymétrie du déplacement de paroi de domaines sous champ magnétique planaire

Collaborations sur le plateau de Saclay :

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Unité Mixte de Physique CNRS/Thales	UPS	Skyrmions, Magnonique
Laboratoire de Physique des Solides	UPS	Skyrmions
Service de Physique de l'État Condensé	UPS	Skyrmions, Magnonique
Thales TRT	Ind	Magnonique

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Thème de la collaboration
Institut Jean Lamour	CNRS, Univ. Lorraine	Chaos, magnonique
Laboratoire Charles Coulomb	CNRS, Univ. Montpellier	Skyrmions
Laboratoire Matériaux Optiques, Photonique et Systèmes	CentralSupélec, Univ. Lorraine	Chaos
Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg	CNRS, Univ. Strasbourg	Magnonique
Institut de Nanosciences de Paris	Université Paris-Sorbonne	Magnonique

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
IMEC		Belgique	Magnonique
CESAM	Univ. Liège	Belgique	Skyrmions
FZDR		Allemagne	Magnonique
Dept. Physics	Univ. Colorado	Etats-Unis	Magnonique

Équipe 11

Nom de l'équipe	Quantum Physics in Circuits
Site Web de l'équipe	https://qpc.c2n.universite-paris-saclay.fr

Nombre de personnels | 3 permanents, 1 post-doctorant, 1 doctorant

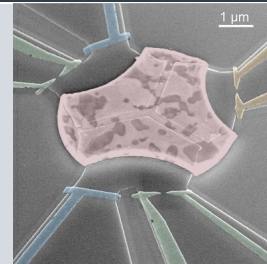
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Pierre	Frédéric	C	Frederic.pierre@c2n.upsaclay.fr	0170270690
Anthore	Anne	EC	Anne.anthore@c2n.upsaclay.fr	0170270695
Aassime	Abdelhanin	IR	abdelhanin.aassime@c2n.upsaclay.fr	0170270559

Activités de recherche

Many-Body Quantum Physics

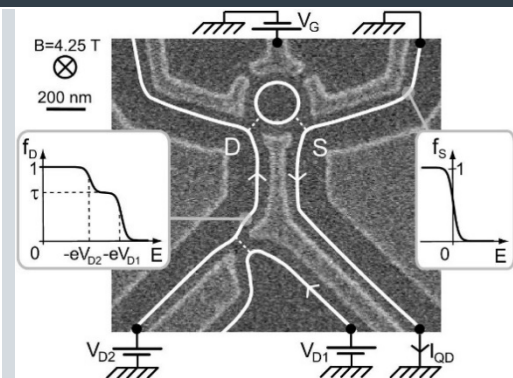
Investigating exotic states of matter and unusual transport phenomena with tunable quantum circuits.



Quantum conductors connected to a floating circuit node.

Heat Quantum Transport

Investigating the quantum physics of heat, and using heat and energy transfers as revealing probes.



Energy distribution $f(E)$ spectroscopy using a small quantum dot as an energy filter.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Laboratoire de Physique des Solides (LPS)	UPS	Circuit quantum simulation of many-body physics
Service de Physique de l'Etat Condensé (SPEC, CEA-Saclay)	UPS	Circuit quantum simulation of many-body physics

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Laboratory for solid state physics	ETH Zurich	Suisse	Mesoscopic thermodynamics of correlated quantum states
Department of Physics & Astronomy	University of British Columbia	Canada	Mesoscopic thermodynamics of correlated quantum states
Physics Department	Ben Gurion University of the Negev	Israel	Mesoscopic thermodynamics of correlated quantum states
School of Physics and Astronomy	Tel Aviv University	Israel	Mesoscopic thermodynamics of correlated quantum states

Équipe 11

Nom de l'équipe	Microscopie et spectroscopie tunnel (STM)
Site Web de l'équipe	https://phynano.c2n.universite-paris-saclay.fr/en/teams/stm-sts/
Nombre de personnels	4 permanents, 1 doctorant

Liste des permanents de l'équipe

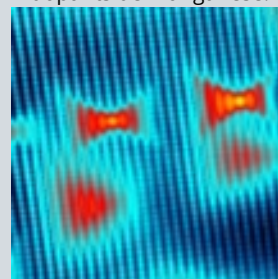
Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Aubin	Hervé	DR	herve.aubin@c2n.upsaclay.fr	0170270644
David	Christophe	IE	christophe.david@c2n.upsaclay.fr	0170270543
Girard	Jean-Christophe	CR	jean-christophe.girard@c2n.upsaclay.fr	0170270545
Rodary	Guillemin	CR	guillemin.rodary@c2n.upsaclay.fr	0170270500

Activités de recherche

Dopants et hétérostructures semi-conductrices

Les travaux de l'équipe portent sur l'étude des propriétés électroniques de surface sondées à l'échelle atomique grâce aux techniques de microscopie et spectroscopie à effet tunnel (STM/STS) appliquées aux semi-conducteurs (III-V, II-VI). Notre équipe travaille sur des impuretés et défauts atomiques individuels magnétiques dans ces matériaux. Les états localisés au voisinage d'une impureté unique ou les états confinés de nanostructures clivées sous ultra-vide sont étudiés via la réalisation, à basse température, de cartes de conductance différentielles résolues à l'échelle atomique.

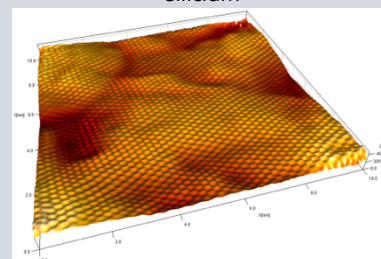
Surface de GaAs (110) vue par STM, montrant les orbitales de dopants de manganèse.



Matériaux 2D et matériaux nouveaux

Notre équipe étudie les matériaux 2D et les dichalcogénures, et isolants (oxydes, isolants topologiques), possédant tous des propriétés quantiques remarquables. Les mesures STM topographiques montrent les morphologies de surface et identifient les défauts et les mesures spectroscopiques STS révèlent localement la structure de bandes au voisinage du niveau de Fermi en complémentarité des mesures ARPES réalisées par des collègues du C2N au synchrotron SOLEIL.

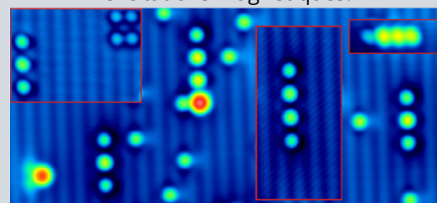
Représentation 3D d'une image STM d'une couche de graphène reportée sur silicium



Notre laboratoire accueille deux STM basse température, dont l'un est équipé d'un champ magnétique vectoriel (1-1-6 T). Ce microscope nous permet de réaliser des cartes magnétiques à l'échelle atomique et de mesurer le spectre des excitations magnétiques par spectroscopie tunnel inélastique.

Nous développons actuellement la technique de résonance paramagnétique électronique par STM (ESR-STM) qui permet des mesures de résonance paramagnétique sur spin unique, et cela, en mode continu et en mode pulsé.

Atomes de Fer déposés sur une surface de InAs et arrangés en différentes configurations atomiques dont nous étudions le spectre des excitations magnétiques.



Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
LPS (N2S) – April-Massee	UPS	Supraconductivité système hybrides
A. Ouerghi	C2N	Etude complémentaire en photoémission

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
QNS – T.Choi, A. Heinrich	Ewha Woman university (Seoul)	South Korea	ESR-STM
V. Stolyarov	MIPT (Moscow)	Russia	Samples

Équipe 12

Nom de l'équipe	INTEGrative concepts for spin and charge based NANODEVICES
Site Web de l'équipe	http://integnano.c2n.u-psud.fr/
Nombre de personnels	5 permanents

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
QUERLIOZ	Damien	C	damien.querlioz@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 03
HERRERA DIEZ	Liza	C	liza.herrera-diez@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 00
RAVELOSONA	Dafiné	C	dafine.ravelosona@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 11
KLEIN	Jacques-Olivier	EC	jacques-olivier.klein@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 03 44
CALVET	Laurie	C	laurie.calvet@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 03 39

Activités de recherche

MAGNETISM AND THE EFFECTS OF ELECTRIC FIELD

The magnetic properties of nanoscale magnetic structures with at least one dimension at the nanometre level, such as ultrathin magnetic metal films (2D), strips (1D) and islands (quasi-0D) are conventionally manipulated by magnetic fields and electric currents. Much is now known about the magnetization reversal of such structures driven by magnetic field- and current-induced torques, and how it may be exploited in magnetic data storage technology or magnetic field sensors. While nanomagnetic devices have the advantages of retaining memory in the off-state and being insensitive to radiation, making technology such as Magnetic Random Access Memories (MRAM) competitive in niche markets, the main obstacle to a more widespread implementation is the large power density, as well as just overall power, required for the magnetization reversal and the subsequent incompatibility with device architectures, and associated energy wastage. In order to create more efficient devices, researchers over the last few years have begun to investigate the effect of E-fields on nanomagnetic structures, with pioneering studies predicting that in combination with a low level of conventional stimulus (magnetic field or electric current), or even using E-fields alone, the reversal of magnetization may be achieved at low power. This has led to spintronic circuits containing magnetic materials modified by E-fields becoming competitive with contemporary electronic integrated circuits (ICs) in terms of their switching energy, and being better in terms of implementing complex logic functions with smaller numbers of elements. The key factor towards making technologies based on nanomagnetic structures competitive with CMOS and other approaches is thus to enhance and diversify the E-field control of magnetism.

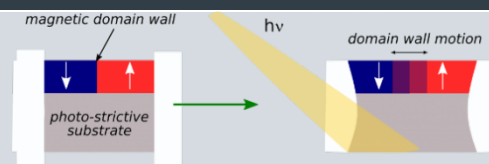
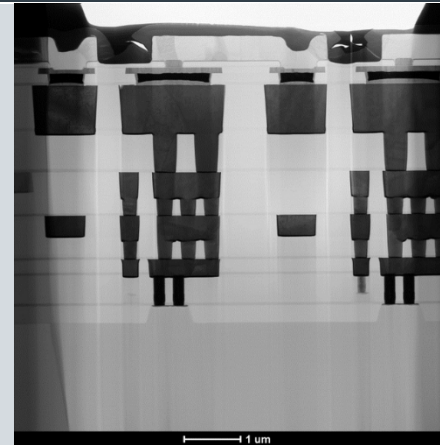


Photo-induced strain control of magnetic domain wall motion in nanostructures

Intelligent Memories that Perform Inference with the Physics of Nanodevices

Cognitive tasks are increasingly necessary in modern electronics. The energy efficiency of associated algorithms, which rely on abundant stored parameters, is severely limited by the separation of computation and memory elements in conventional computers. In this project, we will directly address this challenge by developing intelligent memory chips that natively perform both memory and computing functions, using CMOS and emerging nanodevices. These chips will perform modern Bayesian inference algorithms as well as bioinspired neural networks, which allow cognitive-type reasoning. The project includes theoretical investigations as well as intelligent memory chip designs, which will be supported by proof-of-concept experimental demonstrations. The proposed architectures, based on spintronic and memristive memories, will maximize energy efficiency by leveraging the complex physics of these emerging devices for inference operations and the storage of model parameters, and by minimizing exchanges between computation units and memory. This project will resolve critical interdisciplinary challenges to permit intelligent memories to perform non-naive tasks, ensuring a correspondence between device physics, Bayesian and neural network concepts while maintaining a fusion between computation and memory. This project will deepen our understanding of novel memory technologies and develop a toolbox for creating intelligent memory chips.

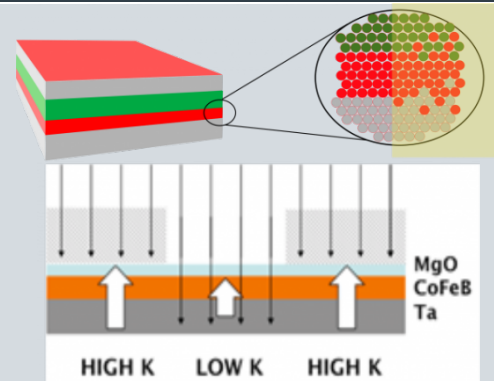


Electron microscopy image of a bioinspired hybrid memristor/CMOS integrated circuit

INTERFACE ENGINEERING BY HE+ ION IRRADIATION

We will study a new concept of scalable and low power E-Field gating domain wall (DW) devices based on realizing modulation of magnetic properties by using ion irradiation. The magnetic properties in magnetic thin films will be tailored by using ion irradiation induced interface engineering. Irradiation through a lithography mask and Focused Ion Beam techniques will also allow the creation of pattern of magnetic properties across a film or nanodevice, in particular gradient of anisotropy that can favours DW automotion.

Along this line, we will have two foundational objectives: (i) to understand the effect of interface chemical composition and ordering on magnetic properties such as interface anisotropy, DMI and Spin Hall Effect and (ii) to switch domain wall devices by pure electric field without applying magnetic field or current. This project will generate a strong impact in terms of know-how and conception/realization of radically new ultra-low power spintronics devices. It is a pathfinder project to investigate practical feasibility of a new idea, and if successful, it can lead to the exploitation of the results by the start-up company.



Schematization of interface engineering by ion irradiation.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Unité mixte de physique CNRS Thales	UPS/Ind	Circuits neuromorphiques
Laboratoire de physique des solides	UPS	Nanomagnétisme
SPIN-ION	Ind	Irradiation

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Ville	Thème de la collaboration
LETI	CEA	Grenoble	Circuits neuromorphiques
IM2NP	Aix Marseille Univ	Marseille	Circuits neuromorphiques
IEMN	Univ. Lille	Lille	Circuits neuromorphiques
Institut Néel	Univ Grenoble Alpes	Grenoble	Nanomagnétisme
Institut Jean Lamour	Université de Lorraine	Nancy	Nanomagnétisme
Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux	CNRS Univ Paris 13	Villetaneuse	Nanomagnétisme

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Fert Beijing Institute	Beihang University	Chine	Nanomagnétisme, Circuits neuromorphiques
	Univ California San Diego	USA	Nanomagnétisme
Department of Physics	New York Univ	USA	Nanomagnétisme
	IIT Delhi	Inde	Circuits neuromorphiques
CNR-IMN	Unit of Agrate Brianza	Italie	Nanomagnétisme, Circuits neuromorphiques

Équipe 13

Nom de l'équipe	Epitaxial growth of 2DEGs
Site Web de l'équipe	https://phynano.c2n.universite-paris-saclay.fr/en/teams/2deg/
Nombre de personnels	3 permanents

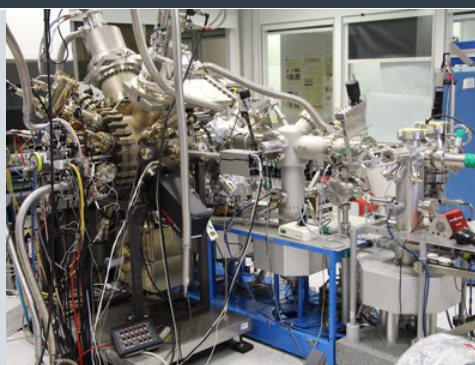
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Gennser	Ulf	C	ulf.gennser@c2n.upsaclay.fr	
Cavanna	Antonella	IR	antonella.cavanna@c2n.upsaclay.fr	
Etienne	Bernard	C (émérite)	bernard.etienne@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

Epitaxial growth of 2DEGs

Epitaxial growth of 2DEGs is centred around the epitaxial growth of GaAs-based two-dimensional electron gases (2DEGs) for the study of electronic transport properties. In these 2DEGs the electron mean free path at low temperatures can be several tenths of micrometers, and the quantum phase can be preserved for up to a quarter of a mm. They are therefore the supreme 'work horse' for mesoscopic physics, where we try to understand the convergence between electronic transport and quantum mechanical properties



MBE reactor for the epitaxy of the 2DEG samples.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Laboratoire de Physique des Solides (LPS)	UPS	Nano and Micro Electronics
Service de Physique de l'Etat Condensé (SPEC, CEA-Saclay)	UPS	Circuit quantum simulation of many-body physics, Single Electron Quantum Optics

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LPENS	ENS	France	Quantum Statistics in the Quantum Hall Regime
Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses,	CNRS	France	Magnetism in the quantum Hall regime; Thermal probes in mesoscopic physics
Institut Néel	CNRS	France	Scanning Tunneling Spectroscopy; Thermal probes in mesoscopic physics
Laboratoire de Physique et d'Etude de Matériaux	ESPCI	France	Hall-probes for investigations of superconductivity and magnetism
Laboratoire Charles Coulomb	Université Montpellier 2	France	Finite frequency transport properties of quantum coherent conductors

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Geballe Laboratory for Advanced Materials	Stanford University	USA	Kondo effect
Institute of Experimental Condensed Matter Physics	Heinrich Heine University Düsseldorf	Germany	Antidot superlattices
Nanosopic Physics, Institute of Condensed Matter and Nanosciences	UC Louvain	Belgium	Scanning Tunneling Spectroscopy
Laboratory for solid state physics	ETH Zürich	Switzerland	Mesoscopic thermodynamics of correlated quantum states; quantum statistics in the quantum Hall regime
Department of Physics & Astronomy	University of British Columbia	Canada	Mesoscopic thermodynamics of correlated quantum states

Équipe 14

Nom de l'équipe	NanoFET (nano and micro cryoelectronics)
Site Web de l'équipe	https://phynano.c2n.universite-paris-saclay.fr/en/teams/nanofet/
Nombre de personnels	10 permanents

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Anthore	Anne	EC	anne.anthore@c2n.upsaclay.fr	
Cambriil	Edmond	IR	edmond.cambriil@c2n.upsaclay.fr	
Cavanna	Antonella	IR	antonella.cavanna@c2n.upsaclay.fr	
Couraud	Laurent	IE	laurent.couraud@c2n.upsaclay.fr	
Durnez	Alan	AI	alan.durnez@c2n.upsaclay.fr	
Gatilova	Lina	IR	lina.gatilova@c2n.upsaclay.fr	
Gennser	Ulf	C	ulf.gennser@c2n.upsaclay.fr	
Jin	Yong	C	yong.jin@c2n.upsaclay.fr	0170270625
Pierre	Frederic	C	frederic.pierre@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

Ultra-low noise cryogenic readout electronics and mesoscopic devices

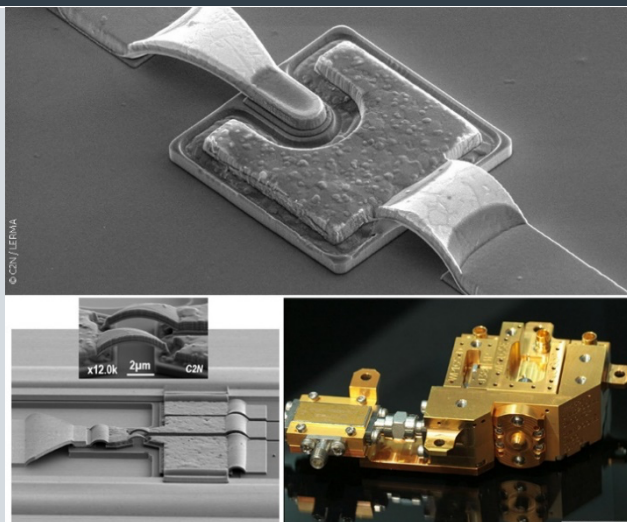
We develop specific process for various field-effect devices including a new generation of ultra-low noise cryoHEMTs for low frequency high impedance deep cryogenic readout electronics and quantum coherent mesoscopic circuits, as an example, in collaboration with the LPENS, ENS Paris, the first experimental result for the demonstration of Anyons has been obtained by measuring fractional statistics in anyon collisions, the experimental DUT and the cryogenic readout electronics are made at the C2N. The cryoHEMTs made it possible to widen the measurement frequency to MHz in the LT-STM and nano-resonators; up to a few hundred MHz in superconducting resonators. The cryogenic HEMTs have been selected to improve cryogenic readout electronics in two international collaborations for Dark Matter detection: EDELWEISS III and SuperCDMS cryoHEMT (cryogenic High Electron Mobility Transistor) LPENS (Laboratoire de Physique de L'Ecole normale supérieure) Anyon (<https://en.wikipedia.org/wiki/Anyon>) DUT (Device Under Test) LT-STM (Low temperature Scanning Tunneling Microscope) EDELWEISS III (<http://edelweiss.in2p3.fr/Presentation/index.php?language=en>) SuperCDMS (<https://supercdms.slac.stanford.edu/collaboration>)



First experimental observation of Anyons made the cover of the Science in April 2020: EXOTIC STATISTICS Anyons show their true colors in a tiny collider [Science 368, 6487, 173 \(2020\)](https://doi.org/10.1126/science.1254473)

Realization of THz Schottky diodes

We and colleagues at the LERMA have jointly developed specific process of nano-Schottky diodes, leading to the realization of the world most sensitive heterodyne receiver at 1080-1275 GHz. These components have been selected to equip SWI for the ESA JUICE mission, the WSI will soon be on board which will take off in 2022. LERMA (Laboratoire d'Etude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique et Atmosphères, Observatoire de Paris) SWI (Submillimetre Wave Instrument) JUICE (JUperiter ICy moons Explorer) ESA (European Space Agency)



The key components of a terahertz receiver, fabricated in the C2N cleanroom facility, will be on board of the ESA mission JUICE

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
IRFU, CEA/Saclay	UPS	Cryogenic readout for cryo-detectors
LPS, Orsay	UPS	Cryogenic STM at MHz frequencies
LPS, Orsay	UPS	Superconductor resonator readout

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LPENS	ENS, Paris	France	Experimental investigation of Anyons

IPNL	Université Lyon I	France	Cryogenic Dark Matter Detection
LERMA	Observation de Paris	France	Realization of THz diodes

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Phys. Depart.	Berkeley University	USA	Cryogenic Dark Matter Detection
Phys. institute	Leiden University	The Netherlands	Cryogenic STM at MHz frequencies
ICFO	Barcelona Institute of Science & Technology	Span	Cryogenic readout for Nanomechanical resonator

Équipe 15

Nom de l'équipe	Computational electronics (COMICS)
Site Web de l'équipe	http://comics.c2n.universite-paris-saclay.fr
Nombre de personnels	4 permanents, 1 post-doctorant, 4 doctorants

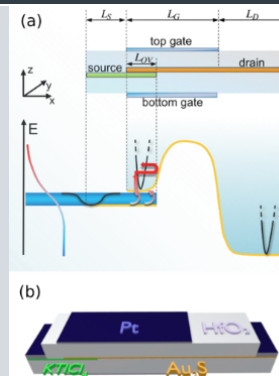
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Pala	Marco	C	marco.pala@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 02
Dollfus	Philippe	C	philippe.dollfus@universite-paris-saclay.fr	01 70 27 04 09
Saint-Martin	Jérôme	EC	jerome.saint-martin@universite-paris-saclay.fr	01 70 27 04 04
Bournel	Arnaud	EC	arnaud.bournel@universite-paris-saclay.fr	01 70 27 03 48

Activités de recherche

Transport quantique à base de méthodes ab-initio

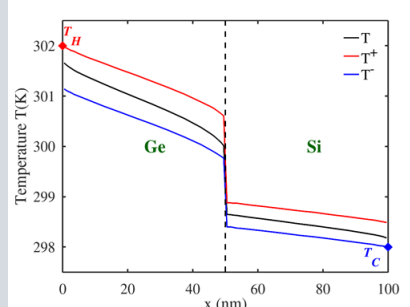
L'étude des propriétés de transport des nouveaux matériaux et dispositifs pour la nanoélectronique demande l'utilisation des méthodes ab initio afin de s'affranchir des paramètres empiriques et d'autres simplifications. Dans ce but, nous développons des approches originales permettant de résoudre de façon auto-cohérente les équations du transport quantique au moyen de la méthode des fonctions de Green hors équilibre et des Hamiltoniens dérivés de la théorie de la fonctionnelle de la densité. Nous exploitons cette méthodologie pour étudier des nouveaux concepts de dispositifs à base de matériaux 2D et de leurs hétérostructures de van der Waals comme le « cold-source FET » illustré dans la Figure.



(a) Schéma de la structure du transistor (en haut) et du diagramme de bande correspondant (en bas). (b) Schéma du dispositif composé par des monocouches de KTiCl_4 et AuS_2 . [D. Logoteta et al., Phys. Rev. Research 2, 043286 (2020)]

Titre activité de recherche : transport de phonons à l'échelle nanométrique

La gestion des transferts de chaleur à l'échelle nanométrique est devenue cruciale pour la conception et l'optimisation des dispositifs semiconducteurs, en particulier ceux dédiés à la thermoélectricité et à la nanoélectronique. Pour en étudier les aspects théoriques, nous développons un modèle Monte Carlo "full-band" de résolution de l'équation de Boltzmann des phonons couplée à celle des électrons sur la base d'une description ab initio des matériaux. Cette approche permet de

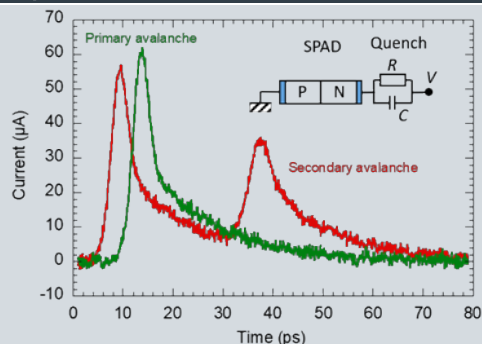


décrire tous les régimes de transport de phonons, de diffusif à balistique, et les transferts de chaleur aux hétéro-interfaces.

Profil de températures (correspondant à différentes populations de phonons) dans une hétérostructure Ge/Si connectée à une source froide et une source chaude.

Modélisation des diodes à avalanche à photon unique (SPAD)

Le SPAD est un dispositif largement utilisé dans les domaines de l'imagerie 3D, de l'assistance aux appareils photographiques et de la télémétrie laser (LiDAR). Nous sommes intéressés au SPAD à base de Si ou Ge en raison de sa compatibilité avec la technologie CMOS, ce qui est fondamentale pour notre partenaire industriel STMicroelectronics. Afin de concevoir la prochaine génération du SPAD en Si ou Ge, nous réalisons des simulation Monte Carlo auto-cohérentes pour extraire la description statistique du courant d'obscurité et la probabilité de détection des photons, pour optimiser le rapport signal/bruit et pour étudier l'efficacité du circuit d'étouffement du dispositif.



Évolution temporelle du courant dans un SPAD après absorption d'un photon à $t = 0$. On distingue le pic d'avalanche suivi de son étouffement (retour à l'état initial du dispositif). La courbe rouge montre un cas où une avalanche secondaire survient avant étouffement.

Lien Recherche- Formation

Cours physique des semiconducteurs, méthodes numériques, méthode ab-initio (pour les matériaux), méthodes numériques de simulation du transport de charge semi-classique et quantique (MC et NEGF), gestion de serveurs de cluster de calcul.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
CEA, NIMBE, équipe LICSEN	UPS	Matériaux 2D
LPICM	IPP	Matériaux 2D
THALES-RT	Ind	Matériaux 2D
LSI	IPP	Méthodes ab-initio, transport de phonons

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Lab Hubert Curien	U. Saint-Etienne	France	Single photon avalanche diode (SPAD)
LAAS	CNRS	France	SPAD
IEMN	CNRS / U. Lille	France	Matériaux 2D
STMicroelectronics		France	SPAD

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
DPIA	U. Udine	Italie	Méthodes ab initio
DII	U. Pisa	Italie	Matériaux 2D
Institute of circuits and systems	TU. Dresden	Allemagne	Transport dans les matériaux III-V et HBTs
School of Elec. and Opt. Eng.	Nanjing Univ. Sci and Tech.	Chine	Matériaux 2D
Fert Beijing Institute	Beihang University	Chine	Transport polarisé en spin

Équipe 16

Nom de l'équipe	Topological states in 2D materials (Topo2D)
Site Web de l'équipe	https://phynano.c2n.universite-paris-saclay.fr/en/teams/topo-2d/
Nombre de personnels	2 permanents, 1 pot-doctorant, 1 doctorant

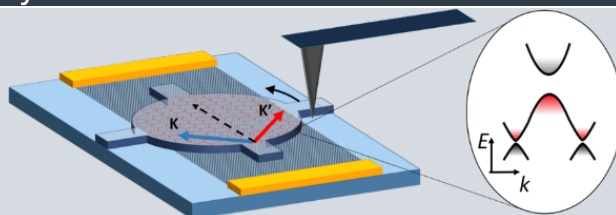
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
RIBEIRO PALAU	Rebeca	C	Rebeca.ribeiro@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 06 92
MAILLY	Dominique	C	Dominique.mailly@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

Titre activité de recherche : Topological spin and valley currents in van der Waals heterostructures

We investigate topologically protected states affecting the valley and spin degree of freedom of 2D materials. These states are robust to arbitrary perturbations and can be used in future quantum technologies. To investigate these states, we combine innovative sample fabrication techniques, angular layer alignment of 2D materials and low temperature electron transport.



Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Laboratoire de physique des solides	UPS	Quantum Hall states in graphene

Principales Collaborations Internationales

Institution	Pays	Thème de la collaboration
Université Catholique de Louvain	Belgique	Superconductivity and topological states in Twisted bilayer graphene
Aachen University	Allemagne	Superconductivity and topological states in Twisted bilayer graphene

Équipe 17

Nom de l'équipe	THz NANOELectronics
Site Web de l'équipe	http://hebergement.u-psud.fr/nanoelec-thz-team
Nombre de personnels	4 permanents, 1 doctorant

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Aniel	Frédéric	EC	Frederic.aniel@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 13
Grimault	Anne-Sophie	EC	Anne-Sophie.Grimault@universite-paris-saclay.fr	01 70 27 04 18
Zerounian	Nicolas	EC	Nicolas.Zerounian@universite-paris-saclay.fr	01 70 27 03 20
Crozat	Paul	EC émérite		

Activités de recherche

Titre activité de recherche :

L'objectif est d'étudier les effets physiques qui limitent les performances dynamiques des dispositifs dédiés aux applications à très hautes

fréquences, THz ou infrarouge. Les activités incluent l'étude expérimentale par des approches optiques et électriques et la modélisation des phénomènes physiques menant à la simulation physique et électrique de diodes ou de transistors incluant l'électromagnétisme.

Un investissement en technologie nous a permis de réaliser au-dessus de n'importe quelle technologie un environnement « THz » (sur polymère) autorisant des mesures quantitatives.

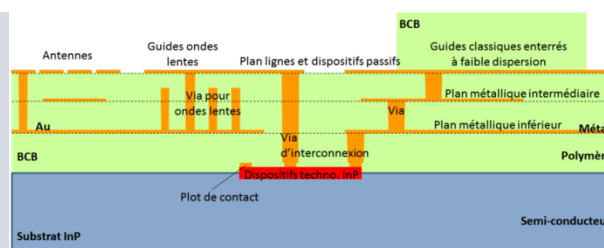


Schéma en coupe des différents niveaux métalliques et diélectriques de la technologie THz sur polymère.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
III-V Lab	Ind	

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Ville	Thème de la collaboration
IETR	CNRS, Univ Rennes	Rennes	Antennes hyperfréquence sur polymère
IEMN	Univ. Lille	Lille	Mesures dispositifs THZ
IMEP-LAHC	Univ. Grenoble Alpes	Grenoble	Circuits passifs sur polymère
	STMicroelectronics	Crolles	Mesures et Modélisations de TBH SiGe
ESYCOM	Université Gustave Eiffel	Marne-la-Vallée	

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
IPM	Politécnico Nacional	Mexique	Transistors bipolaires et analyse de polymère à faible partie réelle de la permittivité

Équipe 18

Nom de l'équipe	Smart Nano Bio Systems (BioSys)
Site Web de l'équipe	https://biosys.c2n.universite-paris-saclay.fr/
Nombre de personnels	6 permanents, 4 post-doctorants, 5 doctorants, 2 CDD IR

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
AMMAR	Mehdi	EC	mehdi.ammar@c2n.upsaclay.fr	
BARTENLIAN	Bernard	C	bernard.bartenlian@c2n.upsaclay.fr	
GAMBY	Jean	C	Jean.gamby@c2n.upsaclay.fr	0170270670
HAGHIRI-GOSNET	Anne-Marie	C	anne-marie.haghiri@c2n.upsaclay.fr	
HWANG	Gilgueng	C	gilgueng.hwang@c2n.upsaclay.fr	
Le POTIER	Isabelle	EC	isabelle.le-potier@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

On-chip bioanalysis

The smart nanobiosystems (BIOSYS) team has been developing innovative micro/nanofluidic systems towards biological applications. Medical diagnosis has to be more and more precise and discriminant, especially for certain pathologies close or been similar requiring different therapeutic coverage. Current macroscopic methods based on chromatography techniques coupled to mass spectrometry remain long and tedious. The development of microfluidics bioanalysis becomes thus very important, since fluidic platforms could offer short time to result on volume lower than one microliter, low cost per test,

multiplexing on several analytes and portability. To this goal on-chip separation, on-chip magnetic actuation and on-chip electrochemistry detection were developed.

ON-chip Bio-micro/nanorobotic Swimmers

On-chip integrated helical microswimmers have been developed. And the system has been applied to measure mechanical force. Their 3D motion control inside narrow microchannels under 2D imaging feedback has been achieved using the flux induced self-focusing helical trajectory in narrow channel. Multiple helical microswimmers have been developed to be more robust in their visual feedback and propulsion. A stable 2D non-contact vortex trapping micromanipulation based on multiple helical microswimmers has also been demonstrated. In addition, helical microswimmers with flow sensing were demonstrated to self-stabilize their motions under flow. Further optimizations of propulsion force for the gravity compensation were made to extend the non-contact manipulation in three-dimensions.

Microfluidic cell Culture devices

The first microfluidic physiological function studied was the oxygenation/decarbonation of blood. The fluidic oxygenator that has been developed in the context of the RHU-ANR BioArtLung H2020 project (in collaboration with Prof. O. Mercier – Marie - Lannelongue hospital) is an innovative microfluidic device for blood oxygenation as a durable method of replacing lung function in patients with end-stage, refractory lung disease. In the field of microfluidic oxygenators, maximizing the efficiency of gas exchange while increasing blood flow remains a major challenge. We have designed a 4-inch PDMS microfluidic oxygenator that maximizes gas exchange surface area and can be stacked on multiple levels to improve maximum blood flow to be processed.

Collaborations sur le plateau de Saclay :

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Institut Galien, UMR CNRS 8612	UPS	vascularisation sur puce microfluidique 3D
LadHyX Ecole Polytechnique, UMR 7646	IPP	Endothelialisation sur puce
UMR 1313 - Génétique Animale et Biologie Intégrative (GABI)	UPS	Détection précoce de microARN
Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (ISMO - UMR 8214)	UPS	Microscopie confocale
Institut de Chimie Physique UMR 8000	UPS	Détection UV de métabolites
IRBA UMR INSERM Hôpital Brétigny	Hôpital Clamart	Détection précoce de biomarqueurs cardiovasculaires (miARN)

Équipe 19

Nom de l'équipe	Elaboration and Physics of Epitaxial Structures (C2N/Elphyse)
Site Web de l'équipe	https://elphyse.c2n.universite-paris-saclay.fr
Nombre de personnels	2 permanents, 3 doctorants

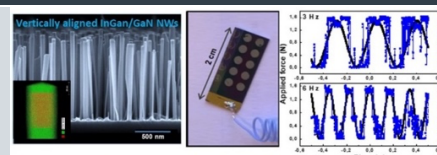
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Gogneau	Noelle	C	Noelle.gogneau@c2n.upsaclay.fr	0170270549
Panciera	Federico	C	federico.panciera@c2n.upsaclay.fr	0170270585

Activités de recherche

III-N NWs for piezo-devices.

We investigate the piezoelectric properties of III-Nitride nanowires (NWs) for the development of high-efficient ultra-compact piezoelectric generators dedicated to the power supply of micro-devices (sensors, medical implants), and the development of high-

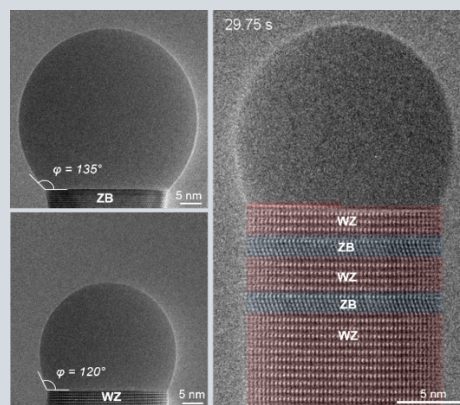


sensitive force sensors for advancing micromanipulation technologies or digital identification. Our approach is based on a multi-scale analyses going from the NW synthesis to the fabrication and testing of piezo-devices, while passing by the characterization of the piezoelectric properties of unique NWs and the investigation of the piezo-mechanisms in play.

(left) Vertically oriented InGaN/GaN NWs grown by plasma-assisted molecular beam epitaxy; (right) image of a piezoelectric generator integrating GaN NWs and its piezoelectric signal in response to its deformation

In situ transmission electron microscopy

Understanding the growth mechanisms at the nanoscale is crucial for the synthesis of advanced functional nanomaterials. Due to its high spatiotemporal resolution and its capability to mimic realistic growth conditions, in situ transmission electron microscopy (TEM) has become an effective way to monitor the growth process in real-time at the atomic scale. In the ELPHYSE group we take advantage of this technique to provide insights into the growth of a wide range of nanomaterials, including nanowires, nanotubes, and 2D chalcogenides (starting project). Besides the synthesis of functional materials, we investigate the response of nano-objects to a variety of external stimuli ranging from gas environment (ex. catalysis) to electric fields (ex. field emission).



Real-time observation of crystal phase switching controlled by the droplet size in GaAs nanowires.

Collaborations sur le plateau de Saclay :

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
GeePs, SPMS, MSSMAT, Gemac, LSI	UPS	Mechanical energy harvesting
THALES – TRT	Ind	Carbon nanotubes
LPICM - CNRS – Ecole polytechnique	IPP	Carbon nanotubes/ Ge nanowires
LPS - CNRS	UPS	2D Chalcogenides

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
LETI	LETI, Grenoble	France	Piezo-sensors
CEA-Grenoble	CEA, Grenoble	France	Piezo-Sensors
IMEP-LaHC	CNRS, Univserté Grenoble Alpes	France	Piezo-generation
LMGP	CNRS/Grenoble INP	France	Piezo-generation
ILM	CNRS/Uni. Lyon	France	Nanomechanics of nanotubes

Principales Collaborations Internationales :

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Quantum and Nanoscale Photonics	KAIST	Korea	Nano-photonics, piezoelectric properties of 1D-nanostructures
Department of Physics	CNU	Korea	Piezo-generation
CBIS	National University of Singapore	Singapore	Nanowires growth
DTU Fotonik	Technical University of Denmark	Denmark	Crystal-phase quantum dots
Ross Group	MIT	USA	Synthesis of nanoparticles

Équipe 20

Nom de l'équipe	2D materials (C2N/MATERIALS/MAT2D) / Materiaux 2D
Site Web de l'équipe	https://mat2d.c2n.universite-paris-saclay.fr/en/research/
Nombre de personnels	4 permanents, 2 post-doctorants, 41 doctorant

Liste des permanents de l'équipe

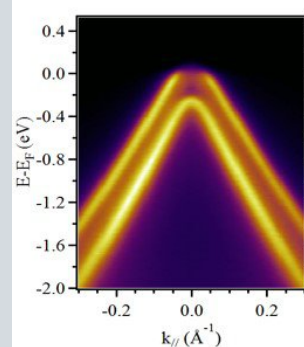
Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
CHASTE	Julien	C	julien.chaste@c2n.upsaclay.fr	0170270562
OEHLER	Fabrice	C	Fabrice.oehler@c2n.upsaclay.fr	0170270470
OUERGHI	Abdelkarim	C	abdelkarim.ouerghi@c2n.upsaclay.fr	0170270466
PIERUCCI	Deborra	C	deborra.pierucci@c2n.upsaclay.fr	0170270466

Activités de recherche

Electronic band structures of 2D monolayer and heterostructures

Bidimensional (2D) materials present vastly different optical and electronic properties in the monolayer form compared to the bulk. Yet these properties can be further varied and tailored by assembling different 2D materials in vertical or horizontal Van der Waals heterostructures.

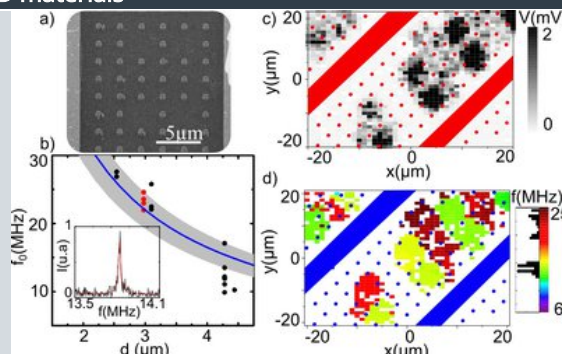
Using techniques such like Angular Resolved Photo Emission Spectroscopy (ARPES), Low-Energy Electron Microscopy (LEEM) and scanning tunneling microscopy (STM/STS), we then proceed to determine experimentally the details of the band structure in 2D materials, as monolayer (or bilayers) or combined in heterostructures.



Experimental ARPES measurement of the valence band structure of epitaxial bilayer graphene.

Nano opto-electromechanic and thermal transport in 2D materials

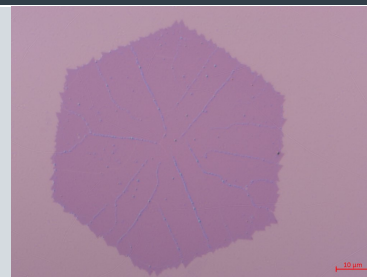
Nanomechanical systems have been at the heart of recent physic discoveries of importance, as detection of cosmic gravitational waves. A high potential lies in the atomically thin layer of transition metal dichalcogenides (TMDs) for nanomechanic as MoS₂. In principle, suspending such monolayer TMDs should form remarkable opto-mechanical resonators which forms a rich platform for condensed matter problems like electronic, optic and crystalline phase transition. There polymorphisms provide a route for investigating phase transitions with the extreme sensitivity of optomechanic with TMDs to external force and adsorbed masses.



Suspended Monolayer of MoS₂ over SiO₂ pillars with optomechanical measurements of resonant frequencies as a function of the drums dimensions.

Growth of 2D materials by Chemical Vapour Deposition

Among the TMD family, WSe₂ is the first 2D material grown at C2N, with a focus on mono-layer control and crystal quality. The growth is performed in customized Chemical Vapor Deposition (CVD) oven, from W and Se solid precursors. Immediate characterization is based on Raman and Photoluminescence spectroscopy to assess the material quality. Further study (electrical, ARPES, TEM, XRD) are then performed on the most promising samples.



WSe₂ monocrystal of a single monolayer height grown at C2N.

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
THALES – TRT	Ind	Growth & Characterization of 2D material
Synchrotron SOLEIL	UPS	ARPES
CEA Saclay – NIMBE	UPS	Growth & Characterization of 2D material

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Institut des NanoSciences de Paris	Sorbonne Université	France	Characterization of 2D materials
Laboratoire Charles Coulomb	Université de Montpellier	France	Characterization of 2D materials
SPINTEC	CEA Grenoble	France	Growth of 2D materials (TMD)
Laboratoire de Physique et Chimie des Nano-objets	Université de Toulouse	France	Characterization of 2D materials

Principales Collaborations Internationales :

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Key Laboratory for Micro-Nano Physics and Technology of Hunan Province	Hunan University	Chine	Growth of 2D materials (TMD)
ALBA Synchrotron Radiation Facility	ALBA	Espagne	Characterization of 2D materials
Tim Taylor Department of Chemical Engineering	Kansas State University	USA	Growth of 2D materials (hBN)

Équipe 21

Nom de l'équipe	OXIDE
Site Web de l'équipe	https://oxide.c2n.universite-paris-saclay.fr/
Nombre de personnels	6 permanents, 1 post-doc, 6 doctorants

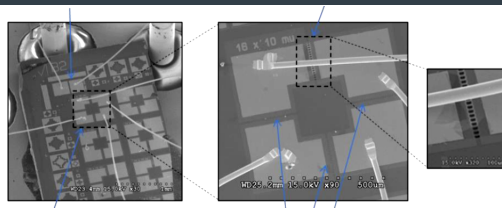
Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
AGNUS	Guillaume	EC	guillaume.agnus@c2n.upsaclay.fr	
AUBERT	Pascal	EC	pascal.aubert@c2n.upsaclay.fr	
LECOEUR	Philippe	EC	philippe.lecoeur@c2n.upsaclay.fr	
MAROUTIAN	Thomas	C	thomas.maroutian@c2n.upsaclay.fr	01 70 27 04 89
MATZEN	Sylvia	EC	sylvia.matzen@c2n.upsaclay.fr	
PESTY	François	EC	francois.pesty@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

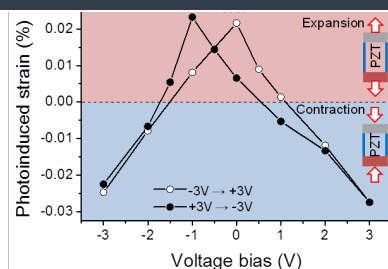
Sensors & MEMS applications

The OXIDE team focuses on perovskite oxides, with their outstanding physical properties, to integrate them in micro-electro-mechanical (MEMS) devices in particular for sensors.
Pirani sensor with (La,Sr)MnO₃ wires



Photoinduced effects in ferroelectrics

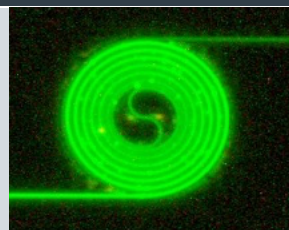
The general purpose is to investigate the mechanisms of photostriction, the generation of strain by light illumination, which remain not fully understood in ferroelectric thin films integrated in real capacitor geometries, to develop ultrafast light control of strain in functional devices.



Tuning of the photoinduced strain with DC applied voltage

Crystalline oxides for silicon photonics

The team investigates the potential of crystalline doped Zirconium oxides (such as YSZ) for silicon photonics applications. We aim to fabricate low loss photonic devices, to demonstrate potentially high nonlinear optical properties of such oxides, and to develop optical amplification.



Up conversion in a Er-doped YSZ/SiN waveguide

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
CEA SPEC	UPS	Nanomagnétisme, oxydes ferroïques
UMPhy CNRS/Thales	UPS	Oxydes ferroélectriques
LPGP	UPS	Fabrication additive
ICMMO	UPS	Films minces d'oxydes fonctionnels
CentraleSupélec SPMS	UPS	Oxydes ferroélectriques
IOGS-LCF	UPS	Optique non linéaire
TE-OX	Ind	Oxydes pour dispositifs RF
Nanovation	Ind	Oxydes pour dispositifs photoniques

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Institut des Nanotechnologies de Lyon		Lyon, France	Oxydes sur silicium
Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain	Université de Paris	Paris, France	Thermoélectricité
Institut des Molécules et Matériaux du Mans	Le Mans Université	Le Mans, France	Dynamique ultrarapide & oxydes
Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Pau, France	Propriétés optiques non linéaires des oxydes

Principales Collaborations Internationales :

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Institute of Physics	Université Charles de Prague	République Tchéque	Magnéto-optique
Materials science & engineering	UC Davis	Etats-Unis	Oxydes et rayonnement synchrotron

Faculty of Science and Engineering	University of Groningen	Pays-Bas	Oxydes ferroélectriques
	Université d'Oran	Algérie	Propriétés fonctionnelles des oxydes

Équipe 22

Nom de l'équipe	SEEDs
Site Web de l'équipe	https://heterna.c2n.universite-paris-saclay.fr/en/research
Nombre de personnels	4 permanents, 1 doctorant

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Bouchier	Daniel	DR1 émérite	daniel.bouchier@c2n.upsaclay.fr	0170270329
Hallais	Géraldine	IEHC	geraldine.hallais@c2n.upsaclay.fr	0170270349
Renard	Charles	CRCN	charles.renard@c2n.upsaclay.fr	0170270346
Vincent	Laetitia	CRCN	laetitia.vincent@c2n.upsaclay.fr	0170270381

Activités de recherche

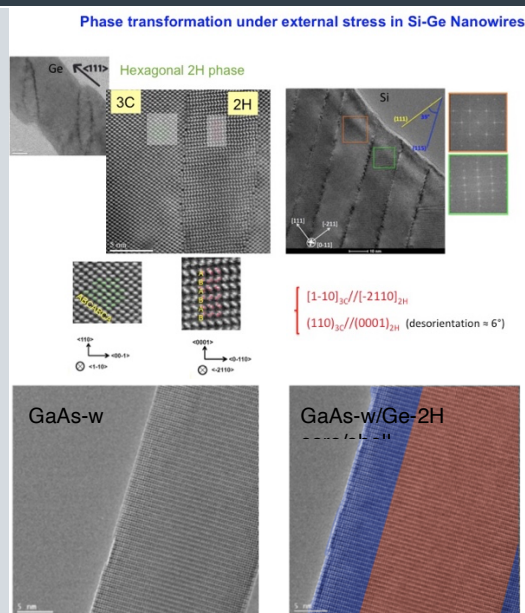
Allotropism in group IV semiconductors

Contact : Laetitia Vincent

Silicon and Germanium crystallize in the cubic diamond structure (3C) with which they dominate definitely the electronics. The control of crystal phase in semiconductors occurs to be a valuable mean of electronic band engineering and conduction tuning subsequently creating new functionalities. Remarkably, according to theoretical calculations changing the crystal structure of Ge turns to make it a direct band gap with potential emission light. This would finally unlock the gateway of the photonics integration on silicon.

Si and Ge bulk do not display allotropism in standard P-T conditions. The synthesis (pressure, indentation, epitaxy...) of allotrope single crystals or heterostructures in a controlled manner represents a great challenge. The growth of nanowires has initiated a new impetus to this effort. Besides, new paradigms such as selective area growth or remote epitaxy open plenty of rooms to explore for novel phase synthesis.

We explore different ways to synthesize the very promising hexagonal 2H phase of Si and Ge and we examine their properties in order to propose novel "more-than-moore" applications of SiGe-2H and 2H/3C heterostructures

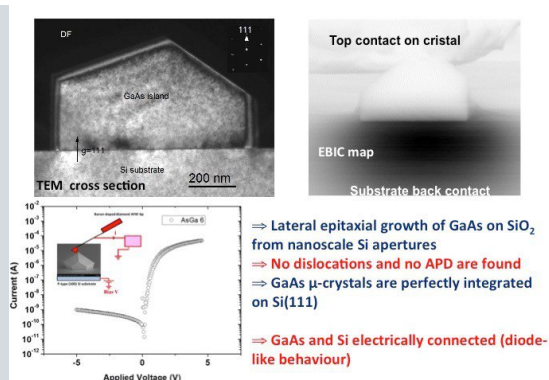


Heterogeneous integration on silicon

Contact : Charles Renard

Several technical solutions for GaAs monolithic heteroepitaxy on silicon have been studied for more than 30 years. But until now, no large scale and effective process was found to efficiently reduce the dislocation density down to 10^4 - 10^5 cm⁻² required for CMOS technology. Significant improvements have been reported for many years, thanks to selective area epitaxy of GaAs on Si substrates patterned with dielectric films. However, these layers are inappropriate for applications involving electronic transport between GaAs and Si at a large scale.

To overcome these problems, we have developed a technique based on the Epitaxial Lateral overgrowth on Tunnel Oxide from nano-seed of micrometer scale GaAs crystals on an ultra-thin silicon oxide from nanoscale Si seeds. This method permits the integration of high quality and defect-free crystalline GaAs on Si substrate and provides active GaAs/Si heterojunctions with efficient carrier transport through the thin SiO₂ layer. The nucleation from small width openings avoids the emission of misfit dislocations and the formation of antiphase domains. This epitaxial technique paves the way to hybrid III-V/Si devices that are free from lattice-matching restrictions, and where silicon not only behaves as a substrate but also as an active medium.



Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
LPS Orsay	UPS	Allotropism in group IV semiconductors
SOLEIL lignes Ailes	UPS	Allotropism in group IV semiconductors
GeePS	UPS	Heterogeneous integration on silicon
PICM	IPP	Heterogeneous integration on silicon
LEM (CNRS-Onera)		Allotropism in group IV semiconductors

Principales Collaborations nationales :

Laboratoire	Institution	Ville	Thème de la collaboration
INL Lyon	CNRS, l'ECL, l'INSA, l'Université Lyon 1 et CPE Lyon	Lyon	Allotropism in group IV semiconductors
LOMA	CNRS, Université de Bordeaux	Bordeaux	Allotropism in group IV semiconductors
CEMES	CNRS	Toulouse	Heterogeneous integration on silicon

Principales Collaborations Internationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Department Physics	Univ Bâle	Suisse	Allotropism in group IV semiconductors
Department of Applied Physics	TU/e	Eindhoven, Pays-Bas	Allotropism in group IV semiconductors

Équipe 23

Nom de l'équipe	PLATEFORME POEM - Matériaux 2D par CVD
Site Web de l'équipe	https://poem.c2n.universite-paris-saclay.fr/en/poem/cvd-2d-materials/cvd-pecd-aixtron/
Nombre de personnels	2 permanents

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Cavanna	Antonella	IR	Antonella.cavanna@c2n.upsaclay.fr	0170270457
Madouri	Ali	IR	Ali.madouri@c2n.upsaclay.fr	0170270459

Activités de recherche

Croissance de matériaux 2D par CVD	
Croissance de matériaux 2D (graphène, hBN) par dépôt chimique en phase vapeur sur cuivre et autres substrats	
Croissance Gaz 2D	
Croissance de gaz d'électrons bidimensionnels à base de GaAlAs sur GaAs	

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
Centrale Supélec	UPS	Pilotage des propriétés ferro-électriques induites par le graphène sur BTO
LPS	UPS	Physique mésoscopique

Principales Collaborations nationales :

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
ITODYS	Université de Paris (Diderot)	France	Monodomains isolés pour Quantum dots de graphène
LPENS	Université de Paris (Sorbonne)	France	Exploration des propriétés de cohérence des courants électroniques

Principales Collaborations Internationales :

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Université de Carthage	IPEST	Tunisie	Capteurs de gaz à base de graphène
Université de Tunis El Manar	FST	Tunisie	Etude des hétérostructures graphène sur HFO2

Équipe 24

Nom de l'équipe	PANAM
Site Web de l'équipe	https://panam.c2n.universite-paris-saclay.fr/fr/facilities/
Nombre de personnels	4 permanents

Liste des permanents de l'équipe

Nom	Prénom	Fonction	Email	Téléphone
Largeau	Ludovic	IRHC	ludovic.largeau@c2n.upsaclay.fr	0170270507
Pirotta	Stefano	IRCN	stefano.pirotta@c2n.upsaclay.fr	
David	Christophe	IEHC	Christophe.david@c2n.upsaclay.fr	
Findling	Nathaniel	IECN	Nathaniel.findling@c2n.upsaclay.fr	

Activités de recherche

Plateforme d'ANALYSE des Matériaux

PANAM est la Plateforme d'ANALYSE des Matériaux du C2N qui regroupe les expertises en diffractoin des rayons X (DRX), microscopie electronique en transmission (MET), microscopie à force atomique (AFM), et cathodoluminescence résolue temporellement (TRCL)

Collaborations sur le plateau de Saclay

Laboratoire	UPS/IPP/Ind	Thème de la collaboration
SPMS	CentraleSupelec	Propriétés structurales à l'origine de la ferroélectricité dans les oxydes cristallins

Principales Collaborations nationales

Laboratoire	Institution	Pays	Thème de la collaboration
Foton	INSA/CNRS	France	Intégration III-V à base de GaP sur Si, Cellules photo-électrochimiques performantes avec couches minces III-V sur Si pour la production d'hydrogène
CRHEA	CNRS	France	Intégration III-V à base de GaN sur Si
St Gobain/SVI	St Gobain/CNRS	France	Propriétés structurales et chimiques des couches minces de traitement des verres
XFAB	XFAB	France	Propriétés structurales, chimiques et électronique des transistors HEMT à base de GaN