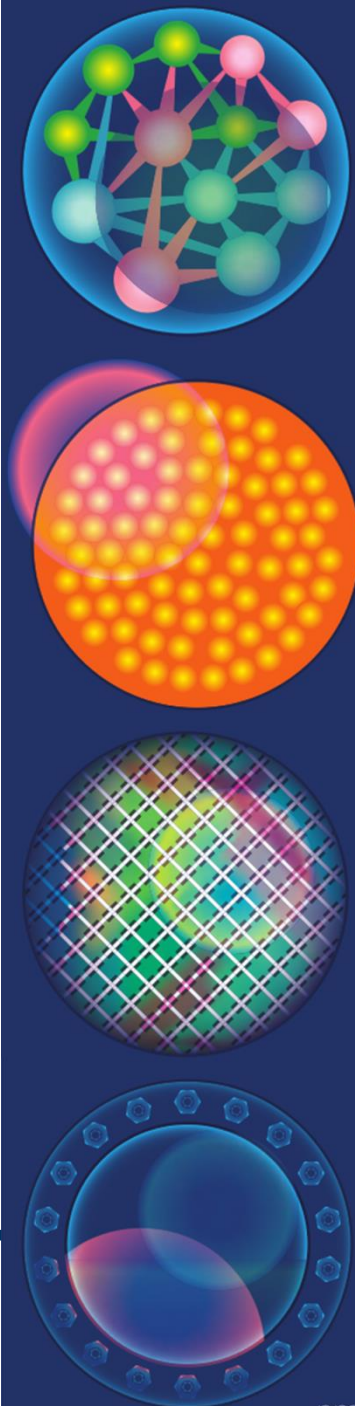


Institut des Nanotechnologies

INL - UMR CNRS 5270

Réunion réseau LRA « Nanothermique »

16 avril 2015, CETHIL, Lyon



INL: Institut des Nanotechnologies de Lyon

245 people (130 permanent staff)
4 research axes (9 teams)



ÉCOLE
CENTRALE LYON

INSA



ICT



Energy

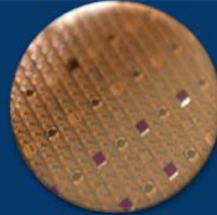


Health



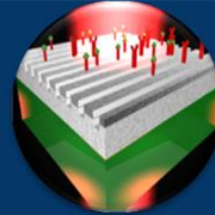
Functional Materials

- Intégration monolithique d'oxydes fonctionnels sur Silicium,
- Hétérostructures semiconducteurs / oxydes cristallins,
- Nanofils III-V,
- Nanostructuration par anodisation électrochimique,
- Hétérostructures III-V pour la photonique,
- Nanoémetteurs et nanosondes,
- Nanocaractérisation, études physiques



Electronics

- Mono électronique,
- Nanodispositifs en Silicium,
- Architectures de calcul à base de technologies émergentes,
- Systèmes de capteurs distribués,
- Méthodes de conception hétérogène,
- Caractérisation électrique multi-échelle
- MEMS



Photonics – Photovoltaïc

- Photonique intégrée hétérogène sur silicium
- Cristaux photoniques,
- MOEMS III-V,
- Photovoltaïque sur silicium (procédés cellules, couches minces, nanostructures)



Bio-technology Health

- Micro-nano-biosystèmes intégrés,
- Nanotechnologies bottom-up
- Biopuces, chimie et biochimie des interfaces
- Capteurs biomédicaux, vêtements intelligents,
- Laboratoire-sur-puce - Micro-nano-fluidique



Pôle Epitaxie



Nanolyon Technological Facilities

nanolyon



Institut des Nanotechnologies de Lyon UMR CNRS 5270

<http://inl.cnrs.fr>

Axes thématiques	>
Equipes	▼
Hétéroépitaxie et Nanostructures	
Spectroscopies et Nanomatériaux	
Dispositifs Electroniques	
Conception de Systèmes Hétérogènes	
Nanophotonique	
Photovoltaïque	
Chimie et Nanobiotechnologies	
Microfluidique - Microsystèmes	
Capteurs Biomédicaux	
Publications	
Offres d'emplois	

Accueil ▸ Equipes ▸ La recherche ▸ Equipes de recherches

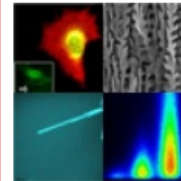
Equipes de recherches



Hétéroépitaxie et Nanostructures

Responsables de l'équipe : Michel GENDRY et Guillaume SAINT-GIRONS
La diversification des fonctionnalités et donc des matériaux fonctionnels intégrés sur silicium est un point cl...

[Lire la suite...](#)



Spectroscopies et Nanomatériaux

Responsable de l'équipe : Bruno MASENELLI
L'Équipe « spectroscopies et nanomatériaux » a pour vocation le développement et l'étude de nouveaux nanomatériaux

luminescents en...

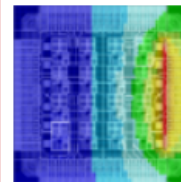
[Lire la suite...](#)



Dispositifs Electroniques

Responsables de l'équipe : Francis CALMON et Brice GAUTIER
L'équipe Dispositifs Electroniques (DE) développe et intègre des technologies micro-nano-électroniques afin de réaliser...

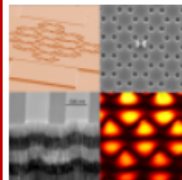
[Lire la suite...](#)



Conception de Systèmes Hétérogènes

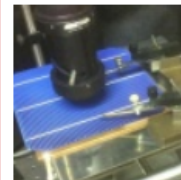
Responsable de l'équipe : Ian O'CONNOR
La poursuite de la loi de Moore s'annonce pour le moins ralentie en-deçà d'une longueur minimale de transistor de 14nm...

[Lire la suite...](#)



Nanophotonique

Responsable de l'équipe : Xavier LETARTRE
Responsable adjoint : Taha BENYATTOU
L'activité de l'équipe Nanophotonique s'inscrit dans le cadre général du contrôl...

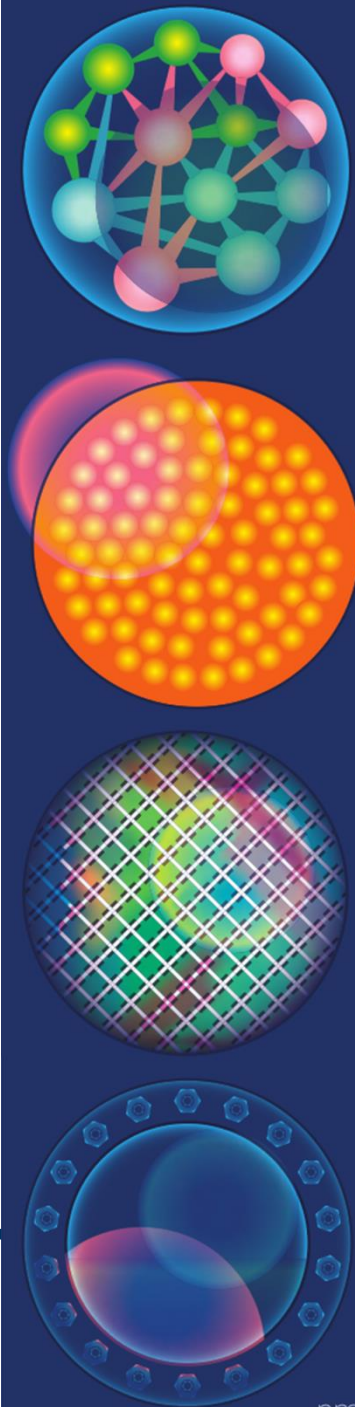


Photovoltaïque

Responsable de l'équipe : Mustapha LEMITI
Les enjeux économiques, sociétaux et stratégiques que doivent relever les énergies renouvelables se traduisent par une dynamique de déve...

Equipe Hétéroépitaxie et Nanostructures

*Responsables :
Michel Gendry et Guillaume Saint-Girons*



Contexte

Nouvelles fonctionnalités sur silicium: **diversification des matériaux intégrés**
(*More than Moore*)

Oxydes fonctionnels

Ferroélectriques, piézoélectriques,
thermo/pyroélectriques, électro-optiques,
conducteurs, ferromagnétiques

Combinables par épitaxie (substrat: SrTiO_3)

2D & 1D

Semiconducteurs III-V

(phosphures, arséniures)

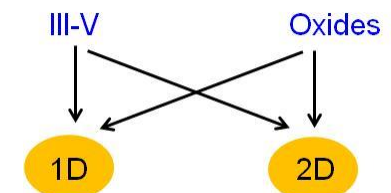
Gap direct dans l'IR (télécom),
mobilité électronique,
hétérostructures et nanostructures
(boîtes quantiques, nanofils)

2D, 1D, 0D

Electronique, Photonique, Energie

Intégration monolithique: épitaxie directe sur Si

Intégration à l'échelle du composant / de l'hétérostructure
Compatibilité VLSI (forte densité, grande surface)





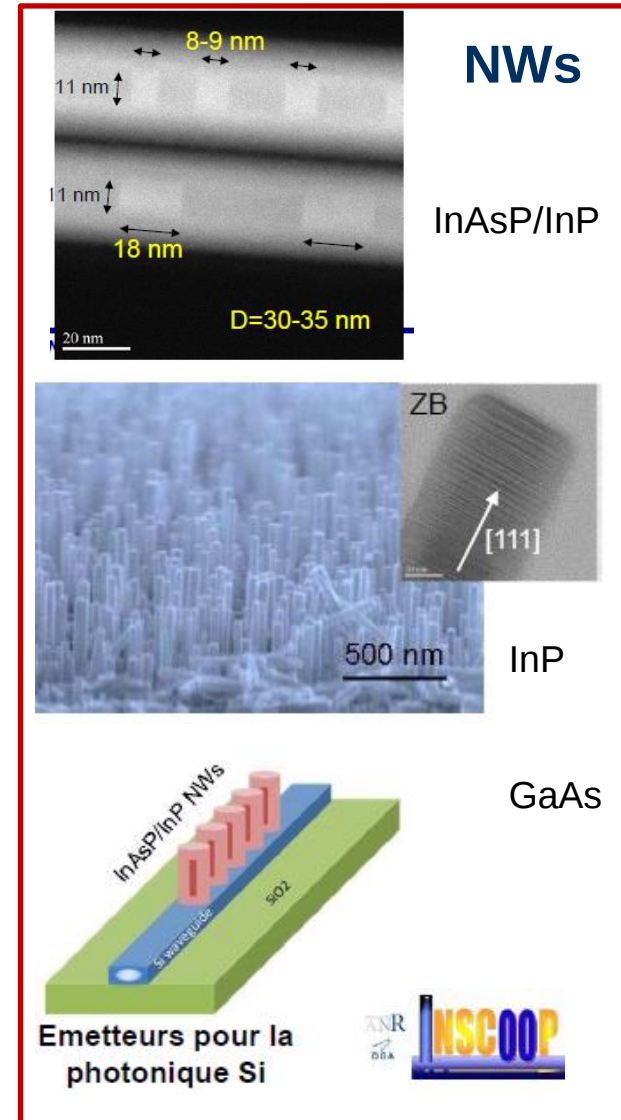
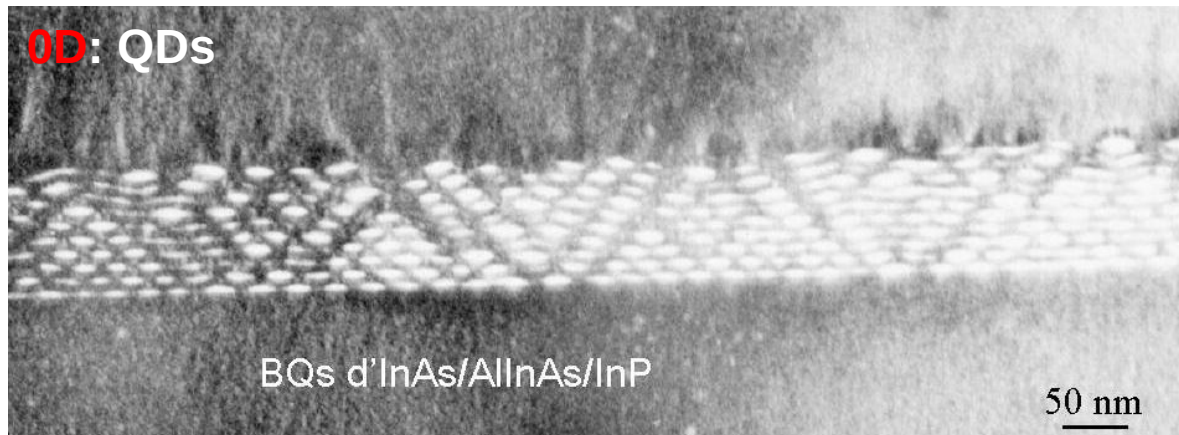
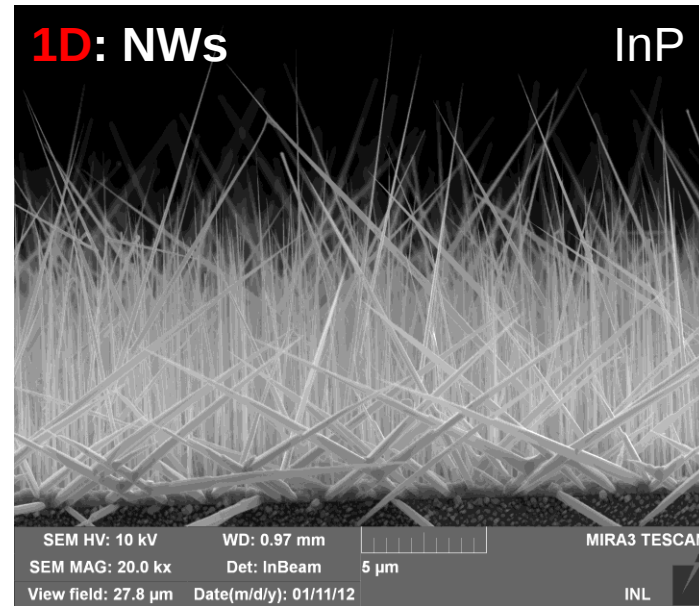
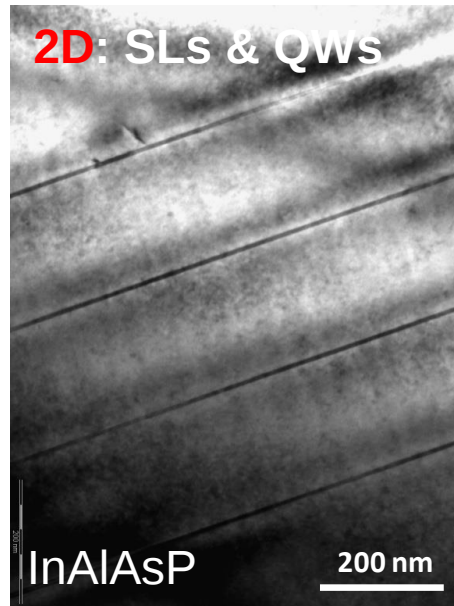
nanolyon

CPER 2007-2013

DECEMBRE 2012

III-V Nanostructures (InP, AlAs, GaAs,...)

III-V semiconductor nanostructures: reducing dimensions at the nanoscale...

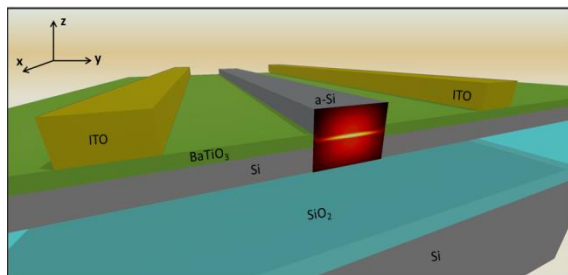


Integration of functional oxides on silicon

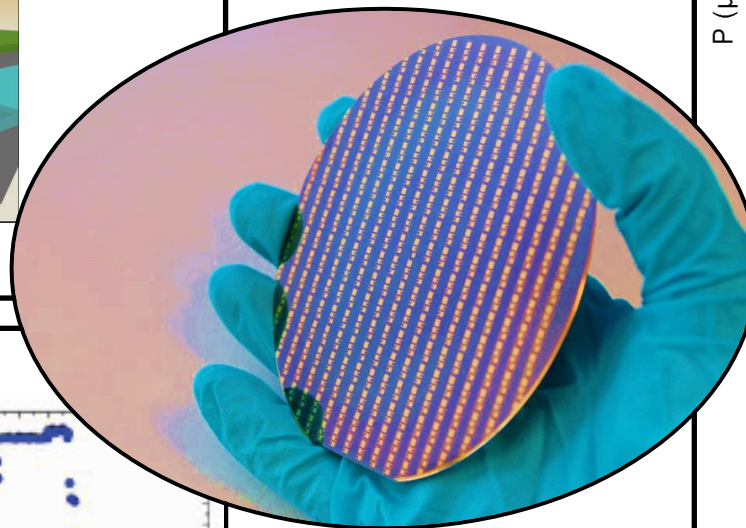
- **Motivation:** *Monolithically integrated novel devices in advanced “electronics”*

Perovskites ABO_3 (FE)

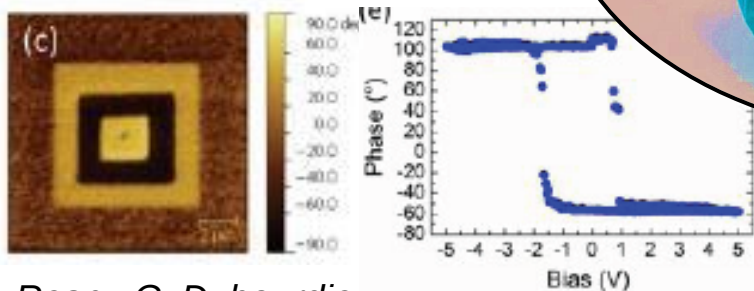
Opto-electronics & Photonics



Resp.: G. Saint-Girons

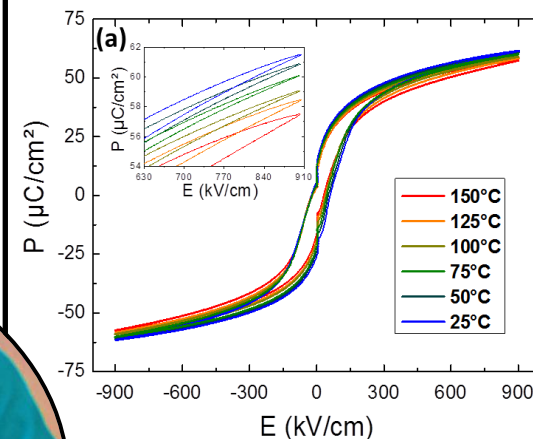


Memories & Green logic



Resp.: C. Dubourdieu

Energy harvesting



Resp.: R. Bachelet, B. Vilquin

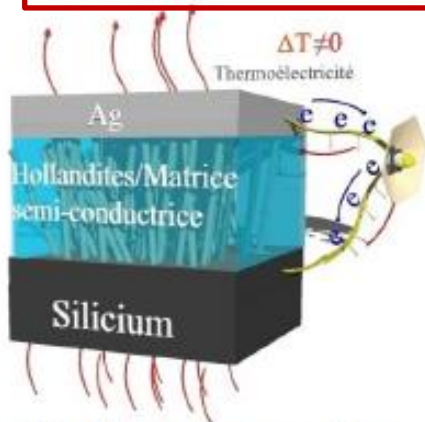
Thermal management



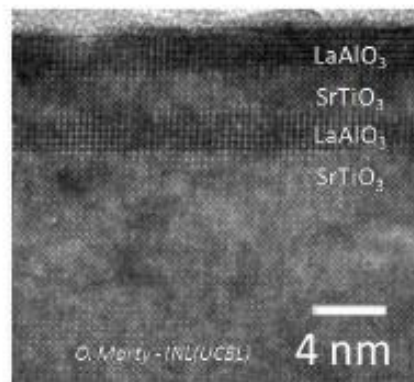
Resp.: R. Bachelet, A. Carretero-Genevrier

Oxydes pour la récupération d'énergie thermique sur Si

Nanostructures pour la thermoélectricité et l'ingénierie phononique

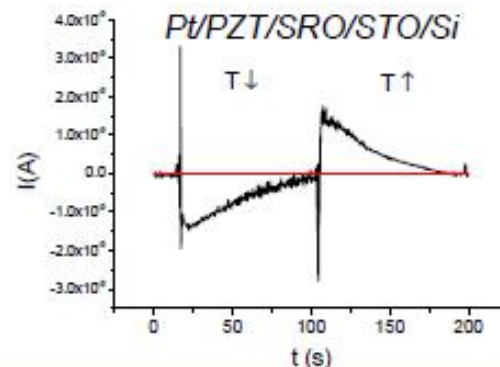
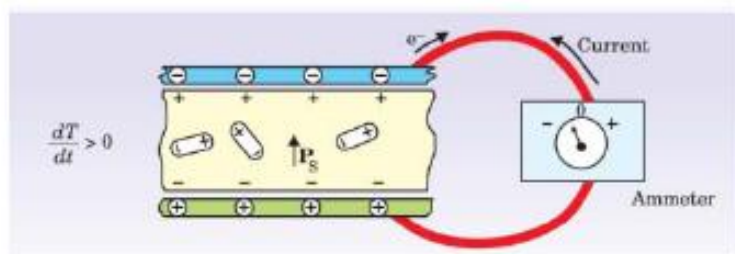


Nanofils, nanocomposites



Super-réseaux

Hétérostructures « MIM » épitaxiées pyroélectriques



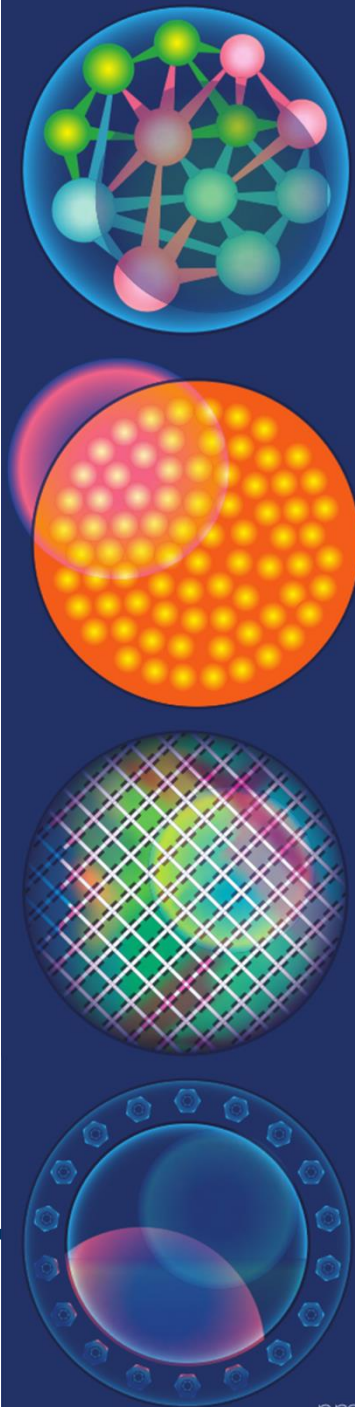
Projet européen TIPS, Minefi Nano2017, ARC4

Coll. : Equipe Dispositifs Electroniques

ILM, LGEF, CEA-LETI, STMicro., Tyndall, III-V lab, ...

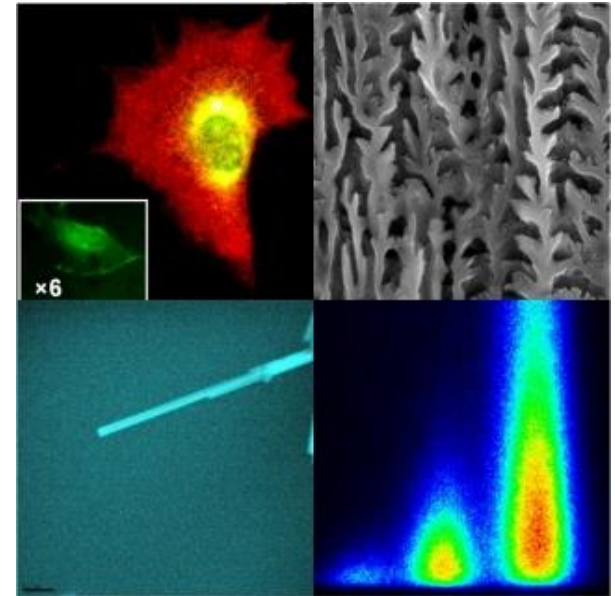
Equipe Spectroscopie et Nanomatériaux

Responsable : Bruno Masenelli



- Grandes questions scientifiques

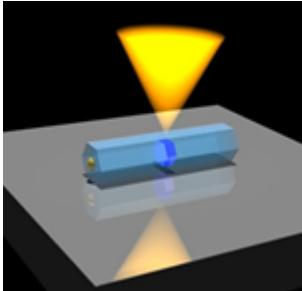
Nanomatériaux Semiconducteurs luminescents



- Émetteurs lumineux nanométriques de grande efficacité intégrés, manipulables individuellement
- Sondes luminescentes de sensibilité extrême, bas coût, non toxiques
- **Analyse Physique multi-échelles et multi-paramètres** pour maîtrise de la structure cristalline, chimique et électronique

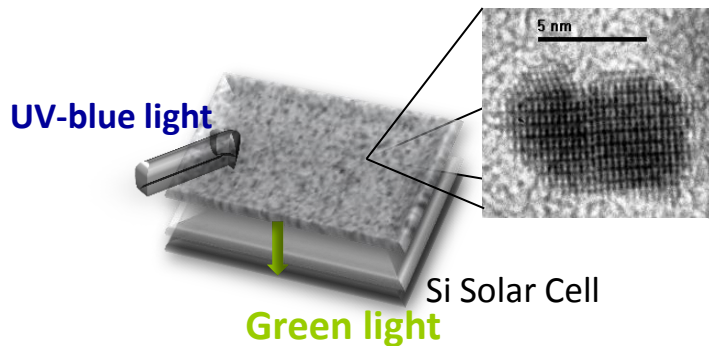
Axes thématiques

- Nano-émetteurs
Nanostructures III-V pour telecom



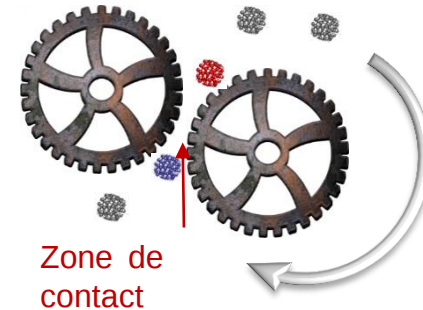
Coll. Équipe H&N (INL), LPN, FOTON, Univ. Monastir
20 publis dont Nanotech., Appl. Phys. Lett
5 conf invitées, prix thèse CMCU

Nanostructures ZnO pour l'énergie



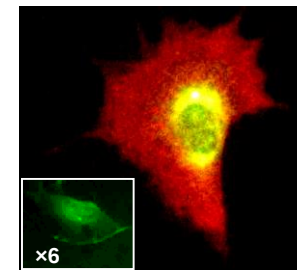
Coll. ILM, IRCElyon, GEMAC, LMGP, Poly. Lodz
23 publis dont Nanoletters, Phys. Rev. Lett
8 conf. invitées

- Marqueurs et Sondes IV-IV
Thermomètres tribologiques



Collab. LAMCOS, institut Carnot I@L
14 publis dont PSS RRL, Nanoscale Res. Lett.

Biomarqueurs et substrats

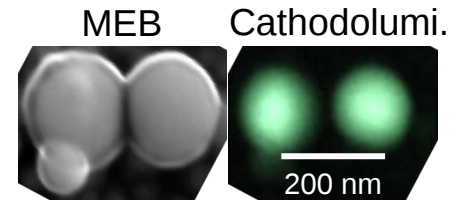


Collab. Équipe C&Nanobio, PV (INL),
Carmen (INSA Lyon), Univ. Kiev et Genève
19 publis dont Nanotechnology, Nanoscale,
Plasmonics, 4 conf invitées, 5 brevets

Compétences / Moyens

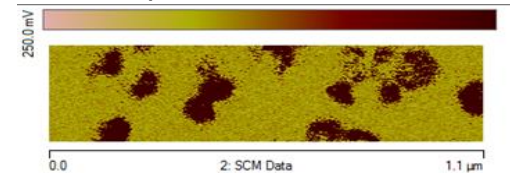
➤ Caractérisations

→ Optique : du macro au nano (objet unique), stationnaire et dynamique, de l'UV à l'IR, en phase solide et colloïdale, 10K à 400K



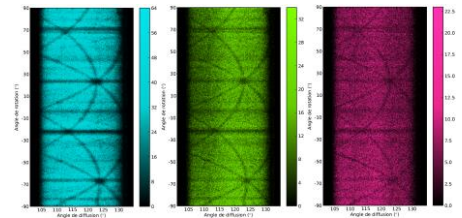
→ Électrique (analyse par spectroscopie capacitive macroscopique et nanométrique)

AFM capacitif de nanofils de ZnO



→ Structurale et élémentale (MET et faisceaux d'ions)

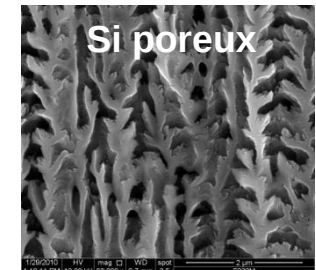
Medium energy ion spectroscopy



➤ Élaboration

→ **Gravure électrochimique**

→ **Nanostructuration par faisceaux d'ions**



Activités liées à la nanothermique

- Opportunité des compétences en :
 - **Gravure électrochimique**
 - **Nanostructuration par faisceaux d'ions**
 - **Caractérisation par spectroscopie Raman**
- pour étudier la diffusion des phonons dans Si poreux

Incohérente

Si poreux et Si poreux
amorphisé par faisceaux
d'ions en régime électronique
Thèse Pascal Newby

Cohérente

Super-réseaux porosité¹/porosité²
à l'échelle nanométrique
Thèse Mouhannad Massoud
Co-direction P.O. Chapuis CETHIL

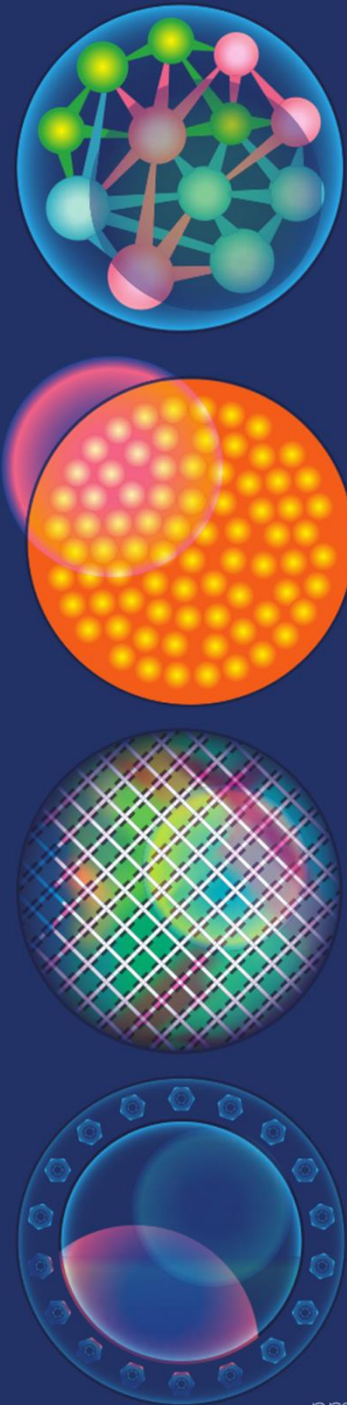
- Projets : BQR INSA Manatherm, Axe1 projet ST microelectronics
NANO 2017



Institut des
Nanotechnologies
de Lyon UMR 5270

Equipe Conception de Systèmes Hétérogènes

Responsable : Ian O'Connor

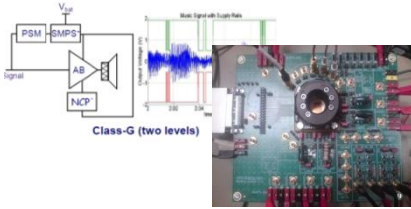


ÉCOLE
CENTRALE LYON

INSA



Heterogeneous Systems Design Group

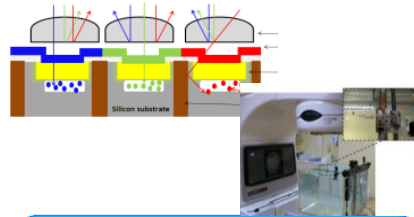


Mechanical energy conversion
(L. Quiquerez)

Audio amplification

**Efficiency
Linearity
Bandwidth**

Energy harvesting

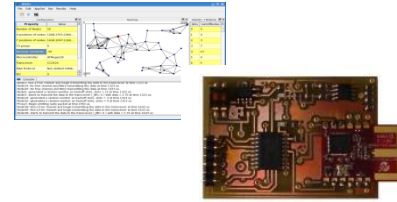


Imagers and medical detectors
(G.N. Lu)

Image sensors

**Sensitivity
Resolution
Spectrum**

Medical monitoring

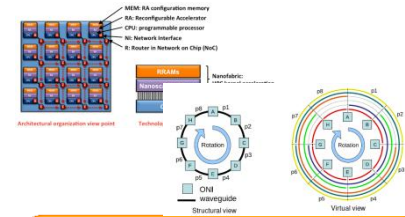


Wireless sensor networks
(D. Navarro)

Harsh environments

**Energy efficiency
Adaptability
Robustness**

Design exploration

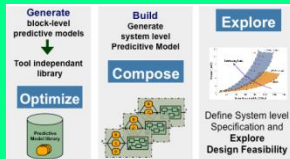


Nanoprocessors
(S. Le Beux)

Optical interconnect

**Energy efficiency
Adaptability
Reliability**

Adaptive nanofabrics

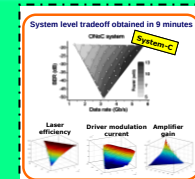


Design methods for heterogeneous systems
(L. Labrak)

*Multi-domain
Multi-abstraction*

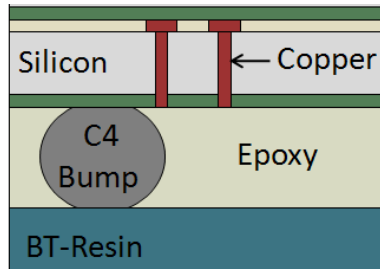
3D

*Mapping
Optimization*

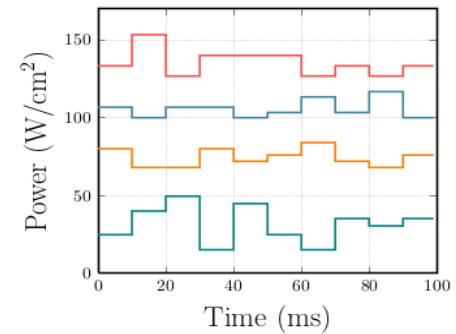


Thermal analysis: ICTherm tool

Chip structure

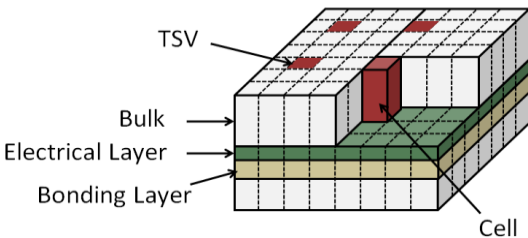
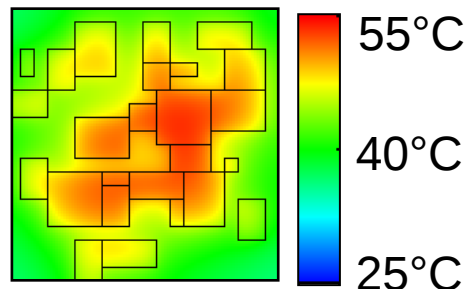


Power dissipation

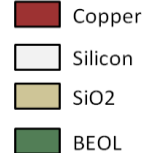


Thermal simulation

Temperature



Materials:



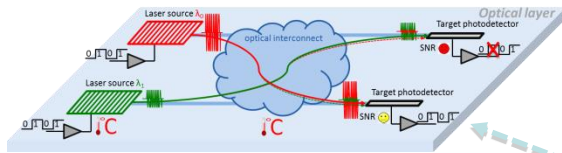
<http://www.ictherm.com/>

Source:

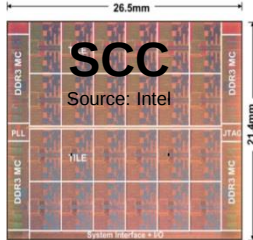
- A. Fourmigue, G. Beltramme, G. Nicolescu, "Efficient Transient Thermal Simulation of 3D ICs with Liquid-Cooling and Through Silicon Vias", DATE 2014.
- A. Fourmigue, G. Beltramme, G. Nicolescu, "Explicit Transient Thermal Analysis of Liquid-Cooled 3D-ICs", in Proc. of DATE 2013.
- A. Fourmigue, G. Beltramme, G. Nicolescu, M. Aboulhamid, "A linear-time approach for the transient thermal simulation of liquid-cooled 3D ICs", in Proc. of CODES+ISSS 2011.

Evaluation: implementation

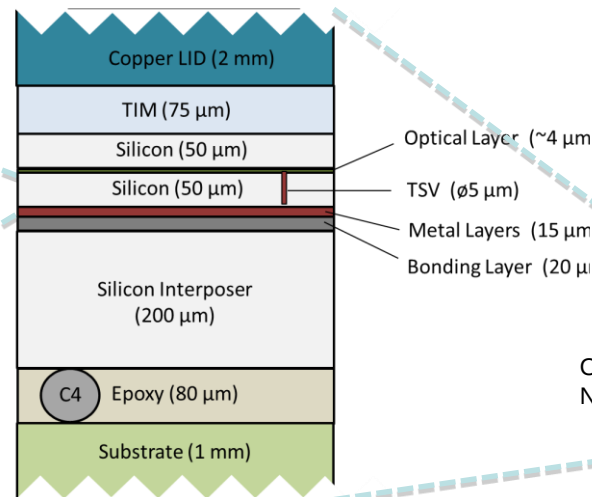
Dispositifs photoniques



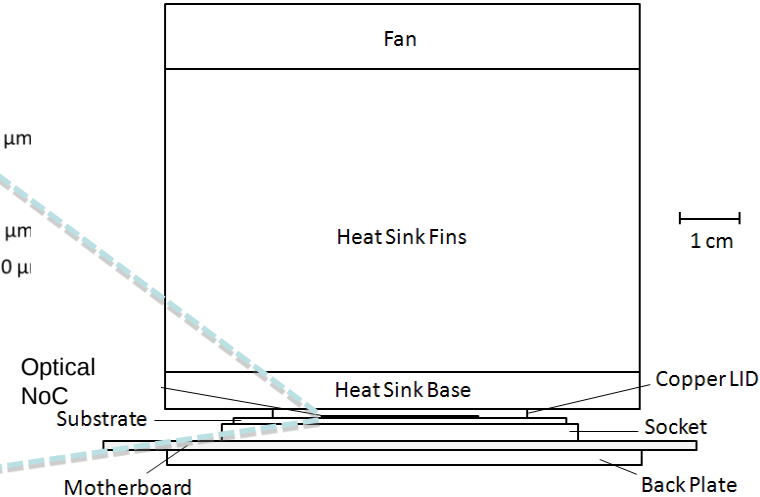
Chip: Processeurs



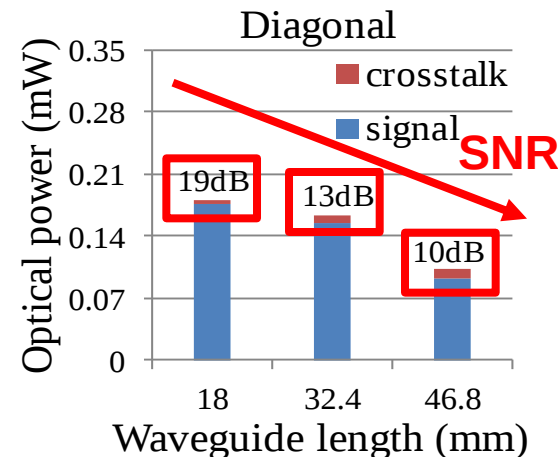
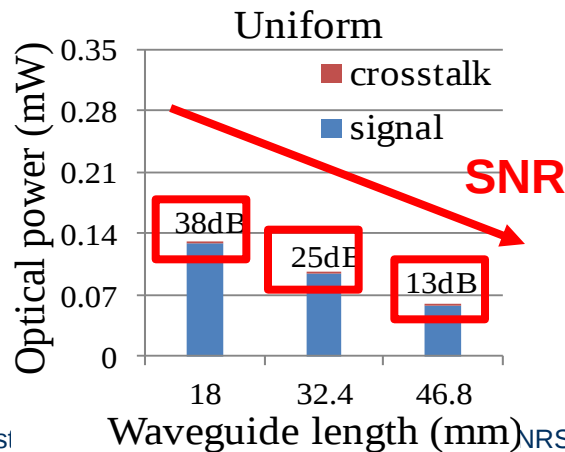
Intégration 3D



Package level

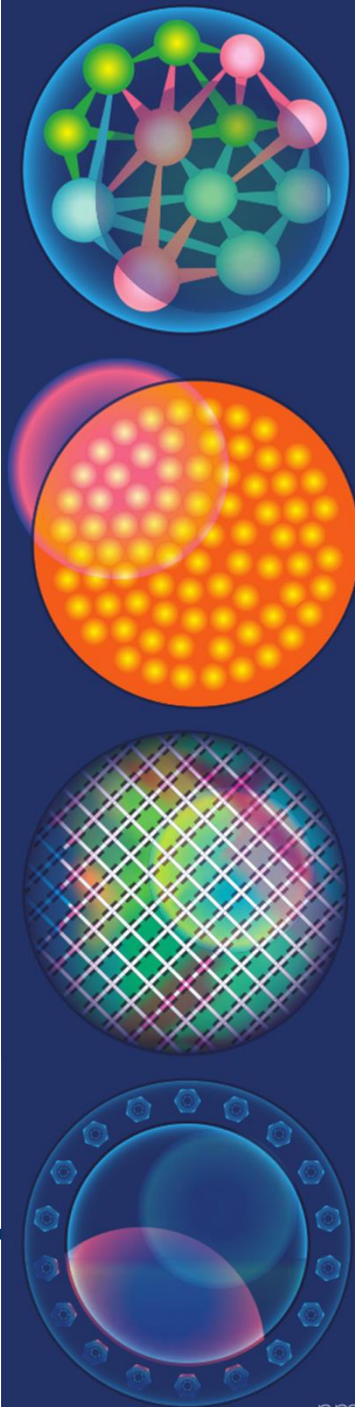


Source: J. Howard et al. Solid-State Circuits, IEEE Journal of, 46(1):173–183, 2011



Equipe Nanophotonique

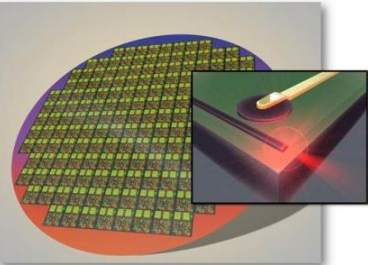
Responsable : Xavier Letartre
Resp. Adjoint : Taha Benyattou



3 axes thématiques

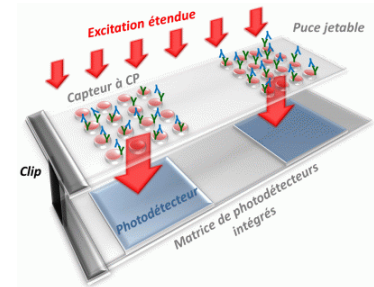
— Photonique Intégrée sur silicium (Resp.: R. Orobitchouk)

- Convergence photonique/électronique
- Intégration hétérogène de matériaux et fonctions



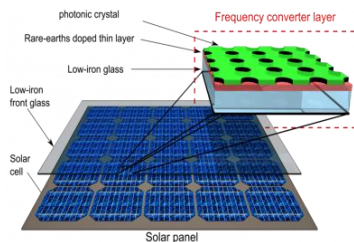
— Microcapteurs optiques (Resp.: C. Jamois)

- Capteurs pour l'environnement et la santé bas coût, portable
- Marier matériaux fonctionnalisés et structures photoniques



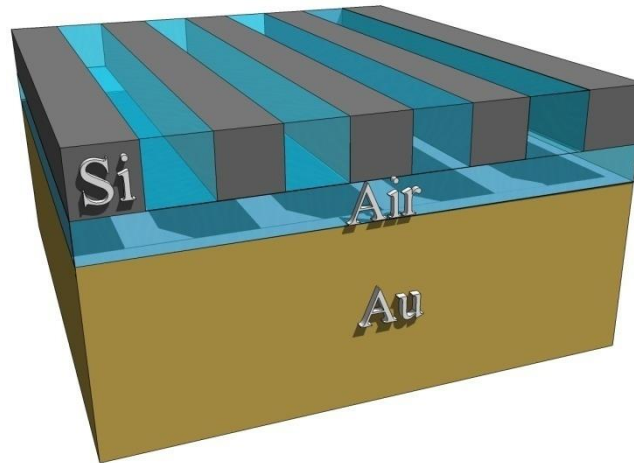
— Photonique pour Photovoltaïque (Resp.: C. Seassal, E. Drouard)

- Optimiser la conversion du rayonnement solaire
- Concepts photoniques originaux et technologies bas coût



Nanophotonique et rayonnement thermique

- **Sculpter l'environnement électromagnétique pour contrôler le rayonnement thermique**
- **Exploitation de micro-nano-structures périodiques (cristaux photoniques)**



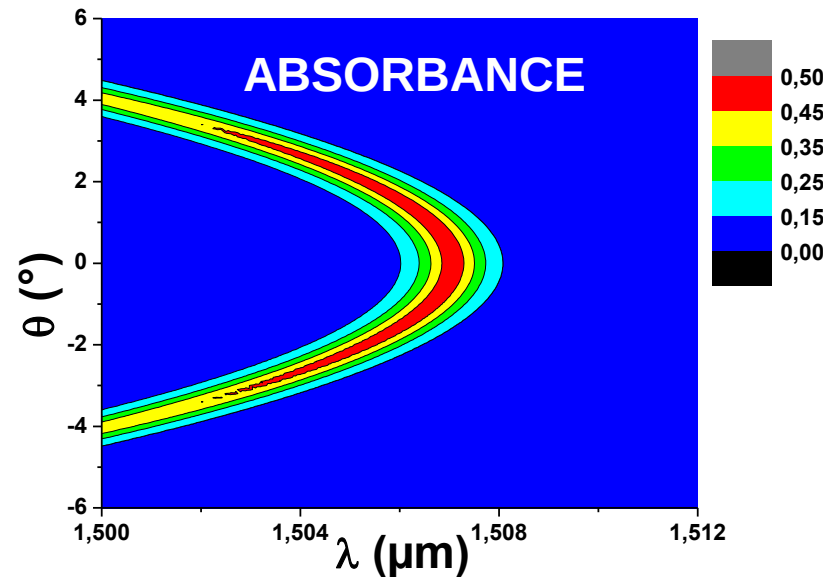
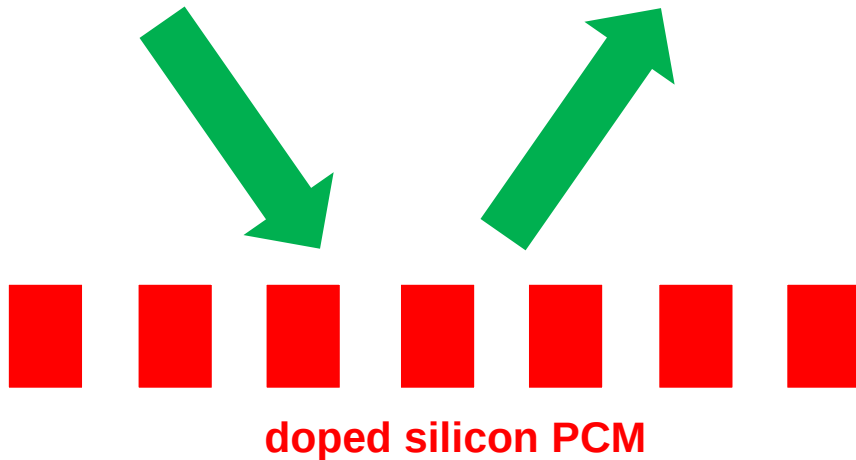
- **Applications aux capteurs**
 - Sélectivité spectro-spatiale
 - Faible consommation

Nanophotonique et rayonnement thermique



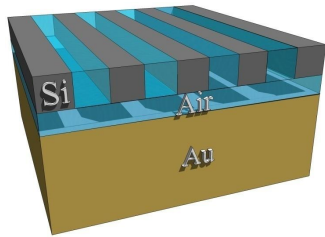
Selective absorbers

- wavelength selective absorber : resonant mode
- efficient resonant absorber : critical coupling $Q = Q_{abs}$
- spatially selective absorber : strong variation of the Q-factor with the incident angle
 - $\theta \nearrow \Rightarrow$ optical thickness $\searrow$

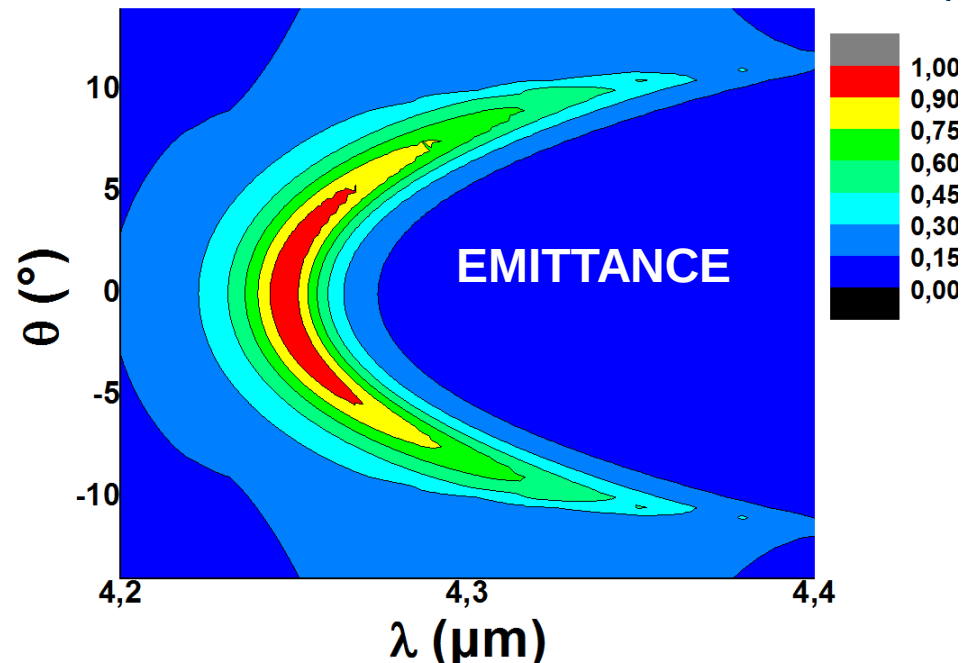
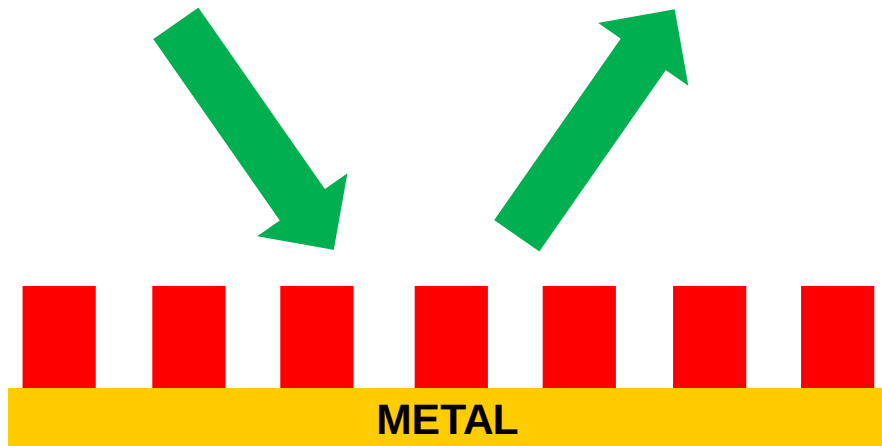


Nanophotonique et rayonnement thermique

Coherent thermal source



Kirchhoff's law: Emittance = Absorbance



IDEA project : IOGS/Palaiseau, INL/Lyon, CEA/Grenoble, Delta Dore