

Synthèse de nanoparticules de GaN enterrées et propriétés d'émission optiques

Doctorant: AGGAR Lilia (Université Alger)

Directeurs de thèse:

- François LE NORMAND (Icube-MaCEPV/CNRS-Université de Strasbourg)

- Mehana ABDESSELAM (Université Alger)

Collaborations:

IPCMS/Strasbourg (C. Bouillet, P. Gilliot et M. Gallart)

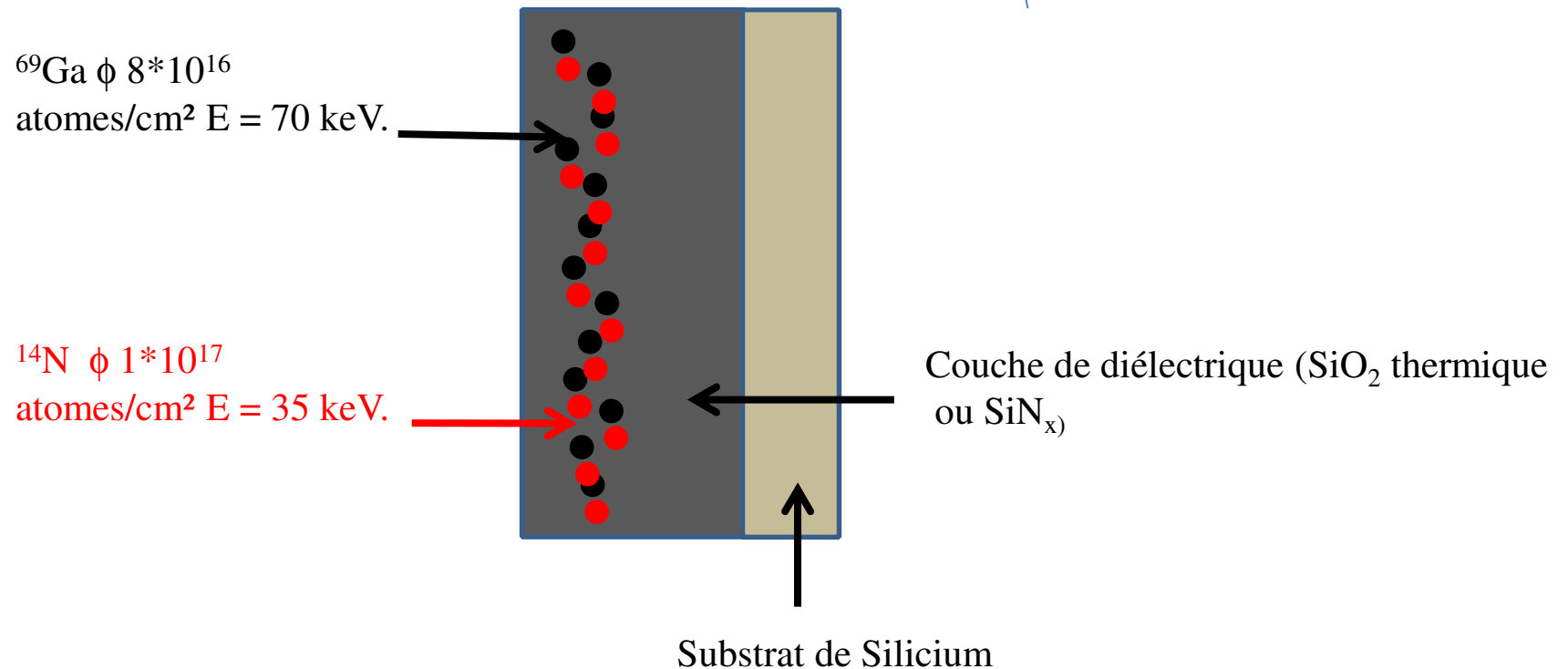
Source Soleil (D. Bradai, D. Thiaudière)

Université Alger

GaN

- Les films de GaN et Ga(Al, In)N sont liés au développement des dispositifs optiques et opto-électroniques dans le bleu et l'UV car
 - Gap important (3,47 eV pour GaN)
 - Forte inertie chimique
 - Bonnes propriétés mécaniques et thermiques
 - -
- Les nanoparticules sont également très étudiées, mais plus récemment, pour détecteurs (optoelectronique infra rouge; UV, biodétecteurs...), photovoltaïque, LED, transistors, etc..
- Des effets de confinement quantique sont attendus en deçà de 3 nm

Implantation ionique dans les matériaux photo-voltaiques



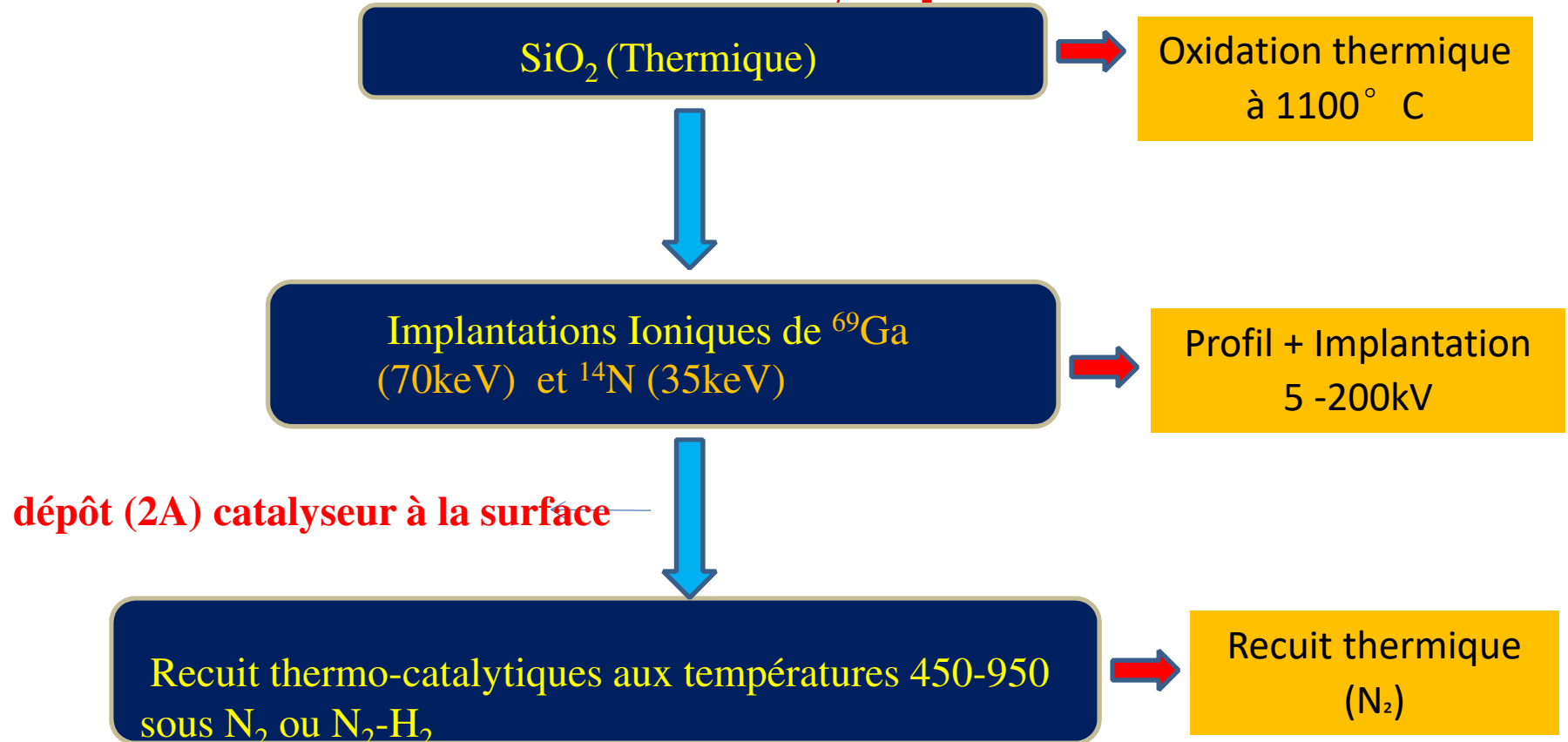
Objectifs (en fonction de la littérature...):

- *Etudier la diffusion du Ga dans le Si_3N_4 et SiO_2 .*
- *Réaliser des nanoparticules de GaN en utilisant un procédé original.*
- *Mesurer les propriétés optiques*

Avantages de la méthode d'implantation

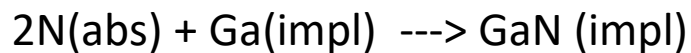
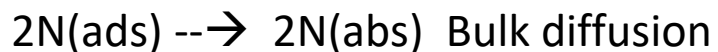
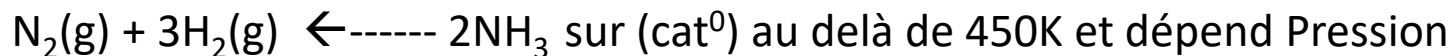
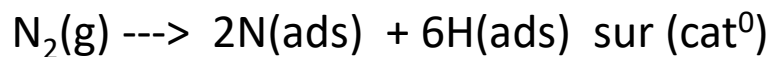
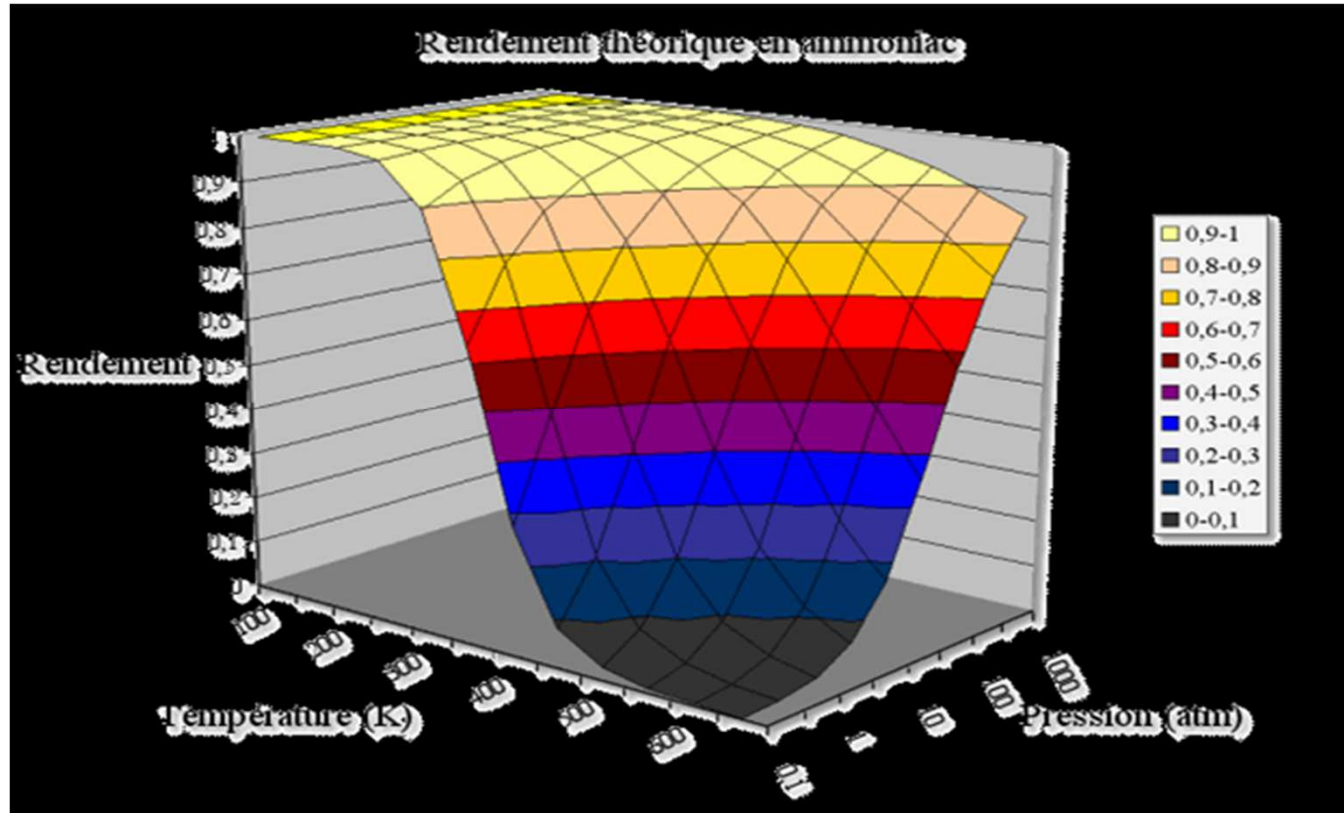
- Compatibilité avec la technologie du silicium
- Absence d'interaction et de dégradation avec un environnement gazeux agressif
 - Réseaux 3D avec une très grande densité d'éléments actifs
- Dosage précis de la profondeur d'implantation et de la densité des implants

Préparation des échantillons de SiN_x , SiO_2 par implantations successives suivies d'un traitement thermocatalytique



Comparaison systématique $\text{SiO}_2(\text{GaN})/\text{Si}(100)$ et $\text{cat}/\text{SiO}_2(\text{GaN})/\text{Si}(100)$

Intérêt cat⁰ à la surface : active la décomposition atomique du diazote même en présence d'hydrogène



Conclusions : on peut travailler sous $\text{N}_2(\text{g})$ ou $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ au-delà de 450K

Techniques d'analyse

Accélérateur
4MV ICube.

IBA

NRA

N,O

ERD

H

RBS

Ga, Si

**Profil et stoechiométrie
du Ga, Si, N et O**

**Faisceau de
photons**

Raman

FTIR

XPS

Caractérisation
de la liaison
GaN 735 cm⁻¹

PL

**Rayonnement
Synchrotron
(Soleil)**

DRX

Exafs

**Cristallisation des
nanoparticules
dans
l'environnement
atomique du Ga.**

Résultats obtenus

IBA

Cinétique de diffusion du Ga
(T, t)

Faisceau de photons
Raman,

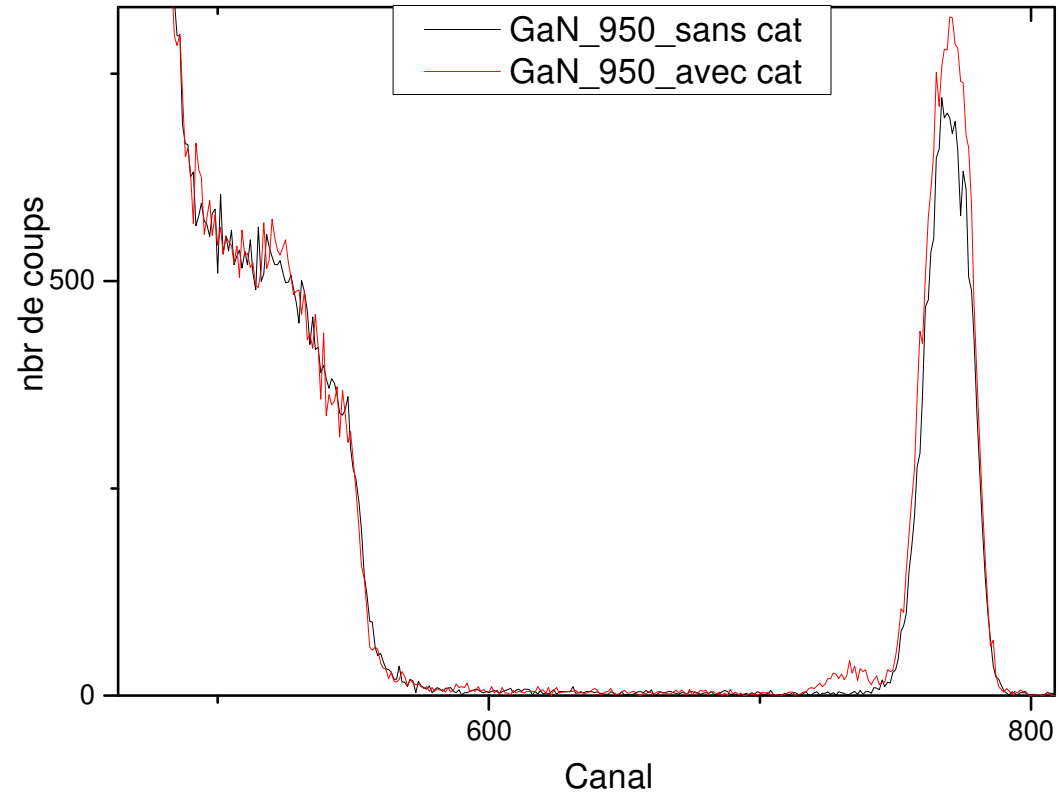
Observation de la
vibration $A_1(\text{LO})$
735 cm^{-1} du GaN

**SEM, TEM,
XPS, Exafs**

Nanostructuration
Taille 3-10nm

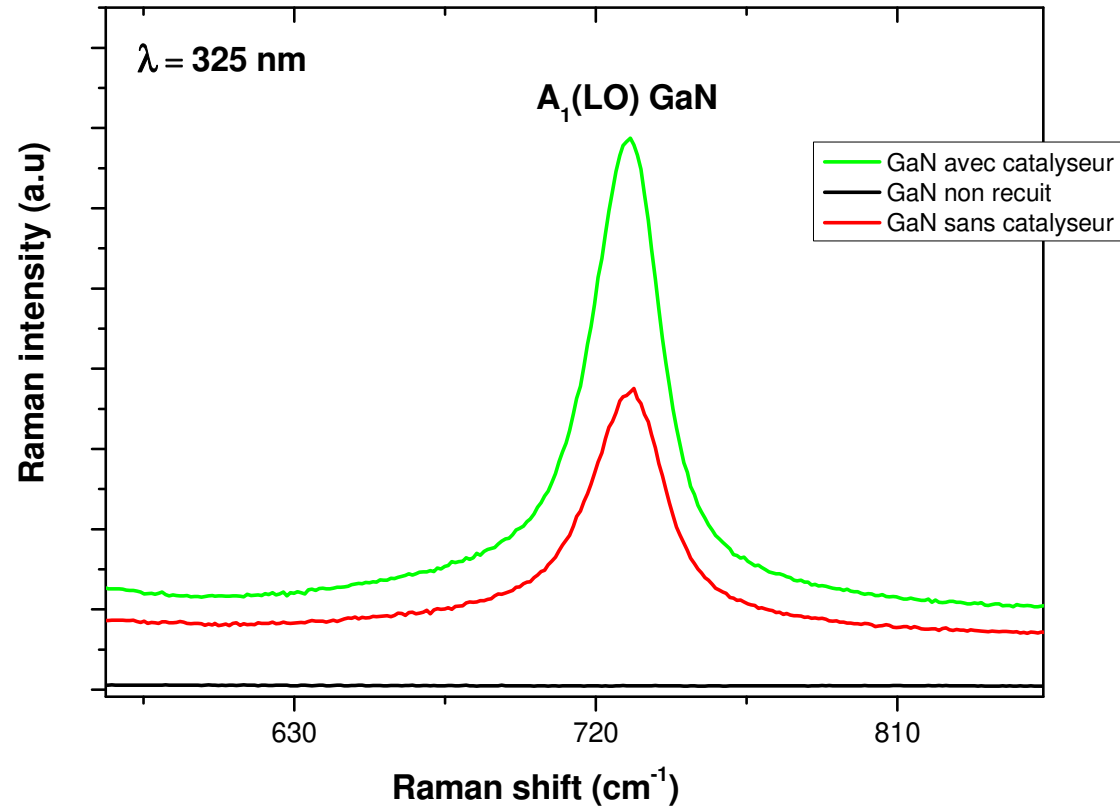
Spectres PL très différents entre
 $\text{SiO}_2(\text{GaN})/\text{Si}(100)$ et $\text{cat}/\text{SiO}_2(\text{GaN})/\text{Si}(100)$

analyse RBS des échantillons avec et sans catalyseur



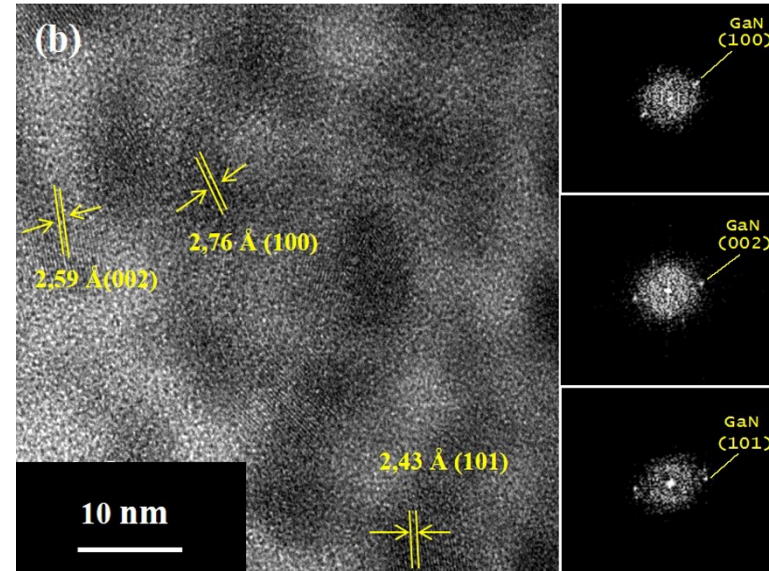
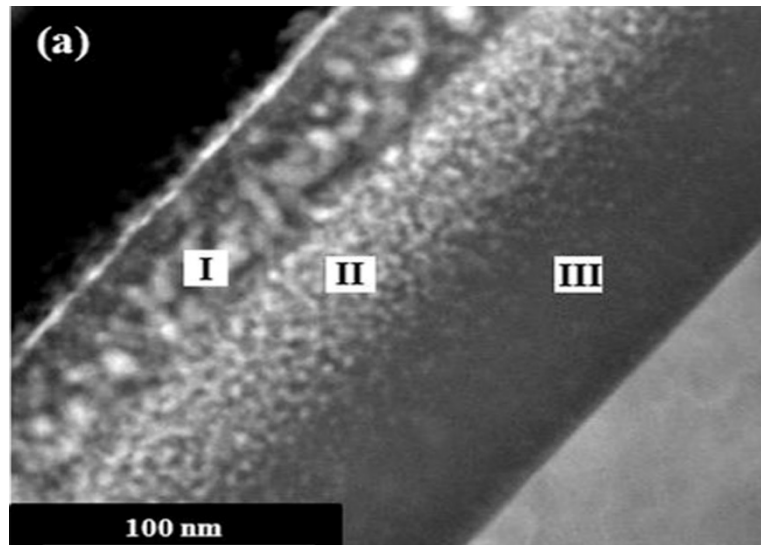
GaN plus intense en présence de catalyseur

Analyse par spectroscopie Raman

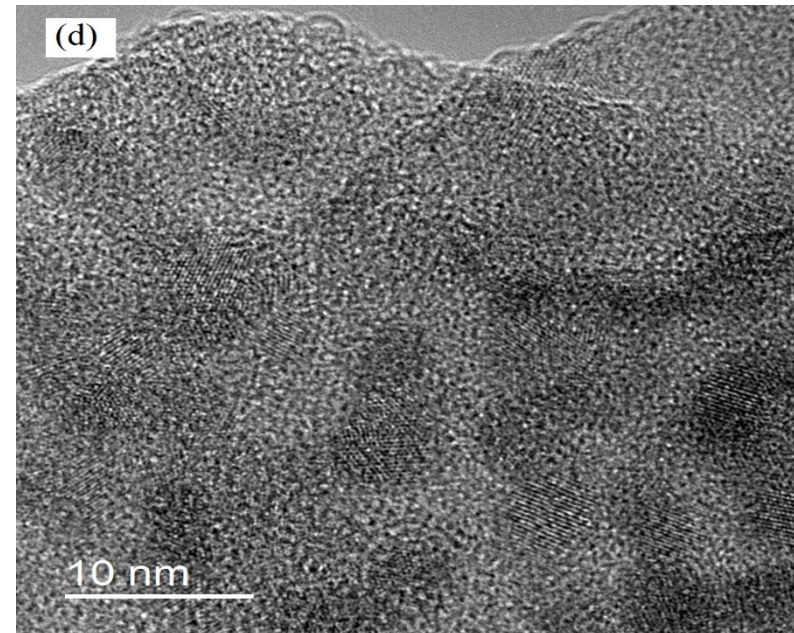
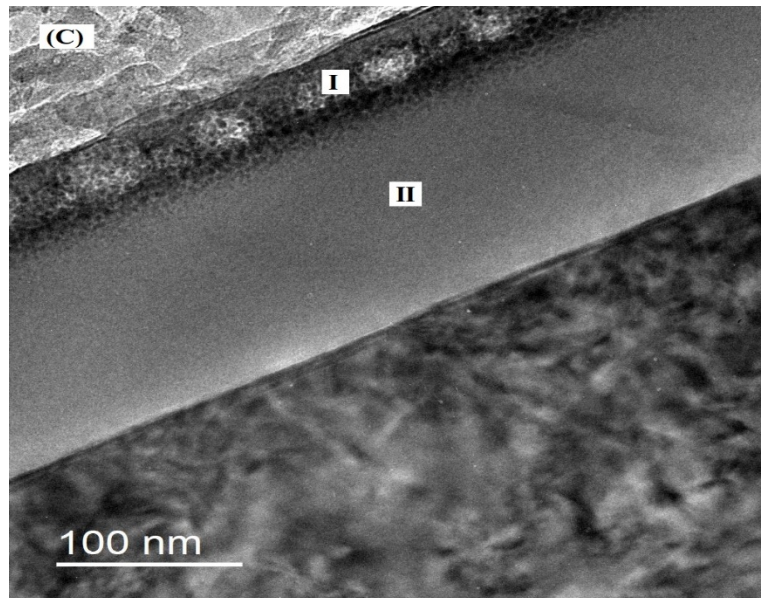


Pic Raman plus intense correspondant à GaN sur cat/SiO₂/Si(100)

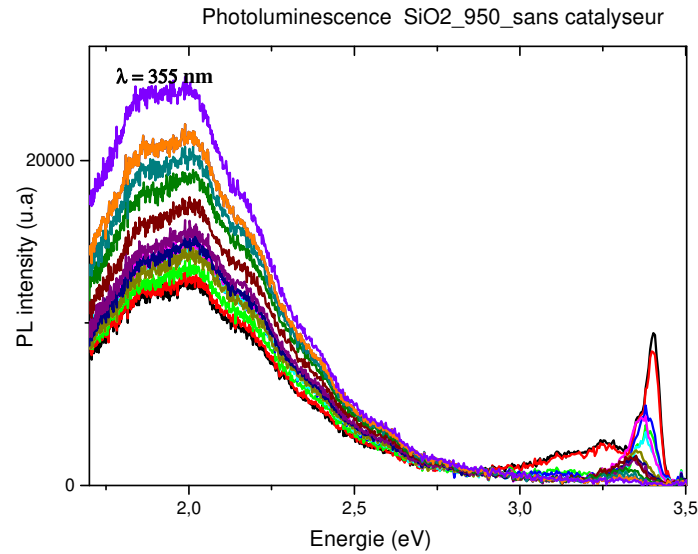
TEM échantillons SiO₂(GaN)/Si(100): (GaN) mais aussi (Ga⁰, Ga₂O₃)



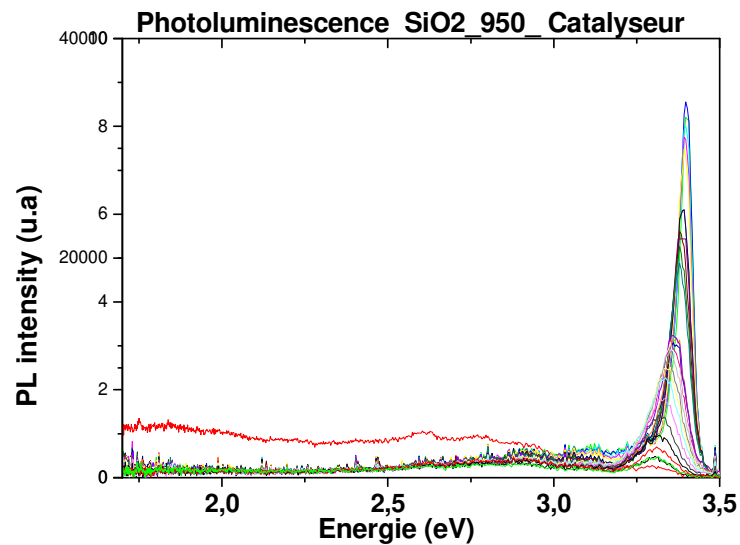
TEM: Cat/SiO₂(GaN)/Si(100) GaN uniquement



Photoluminescence à 20-300K



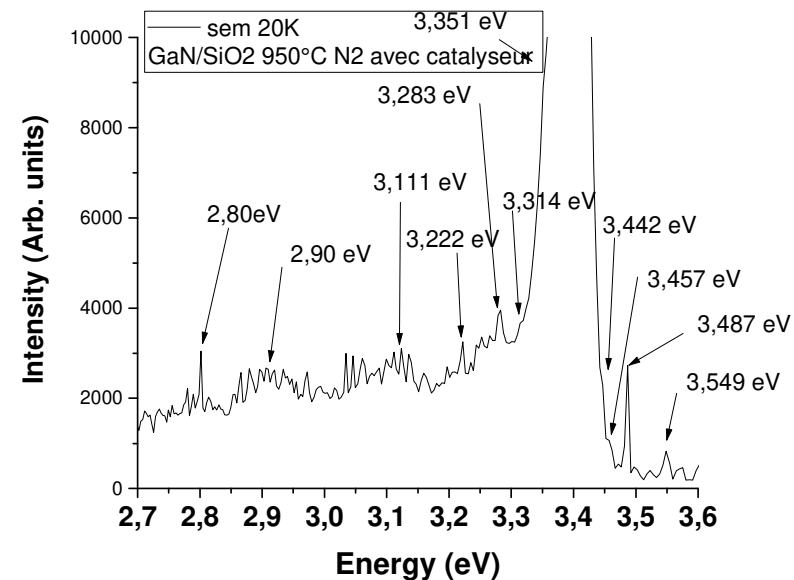
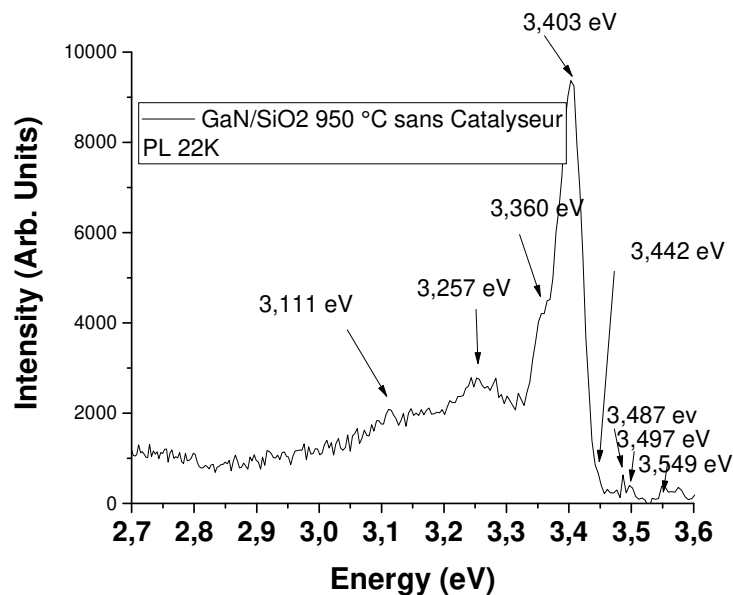
Emission jaune liée à des défauts dans GaN



Emission très intense bleue (3,40eV) liée à meilleure cristallinité de GaN?

Photoluminescence à 20 K

- 2.7-3.5 eV: Nombreuses contributions de transitions impliquant des états excitonique libres ou liés, des niveaux accepteurs ou donneurs (profonds ou superficiels)
- < 2.7 eV : Emission “jaune” liée au défaut structuraux, centres de recombinaison radiative



Conclusions

- Nanoparticule de GaN implantées
 - Traitées par thermocatalyse en environnement d'azote
- Propriétés d'émission optiques d'émission excitoniques à bandes étroites très caractéristiques d'un matériau structurellement propre
 - Autres matrices (DLC)
- Baisser la temperature de traitement
- Passer aux alliages ternaires Ga(In)N pour controler la longueur d'émission
 - Controler la densité
 - Meilleure resolution en PL
 - Trouver une application.....

