



**HAL**  
open science

## Conception et réalisation technologique de structures HEMTs AlGaN/GaN normally-off à grille P-GaN

Daniel Rouly, Josiane Tasselli, Patrick Austin, Karine Isoird, Frédéric  
Morancho, Yvon Cordier

► **To cite this version:**

Daniel Rouly, Josiane Tasselli, Patrick Austin, Karine Isoird, Frédéric Morancho, et al.. Conception et réalisation technologique de structures HEMTs AlGaN/GaN normally-off à grille P-GaN. JEP 2022: Journées des Electroniques de Puissance, Mar 2022, Grenoble, France. hal-03621863

**HAL Id: hal-03621863**

**<https://hal.science/hal-03621863>**

Submitted on 28 Mar 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

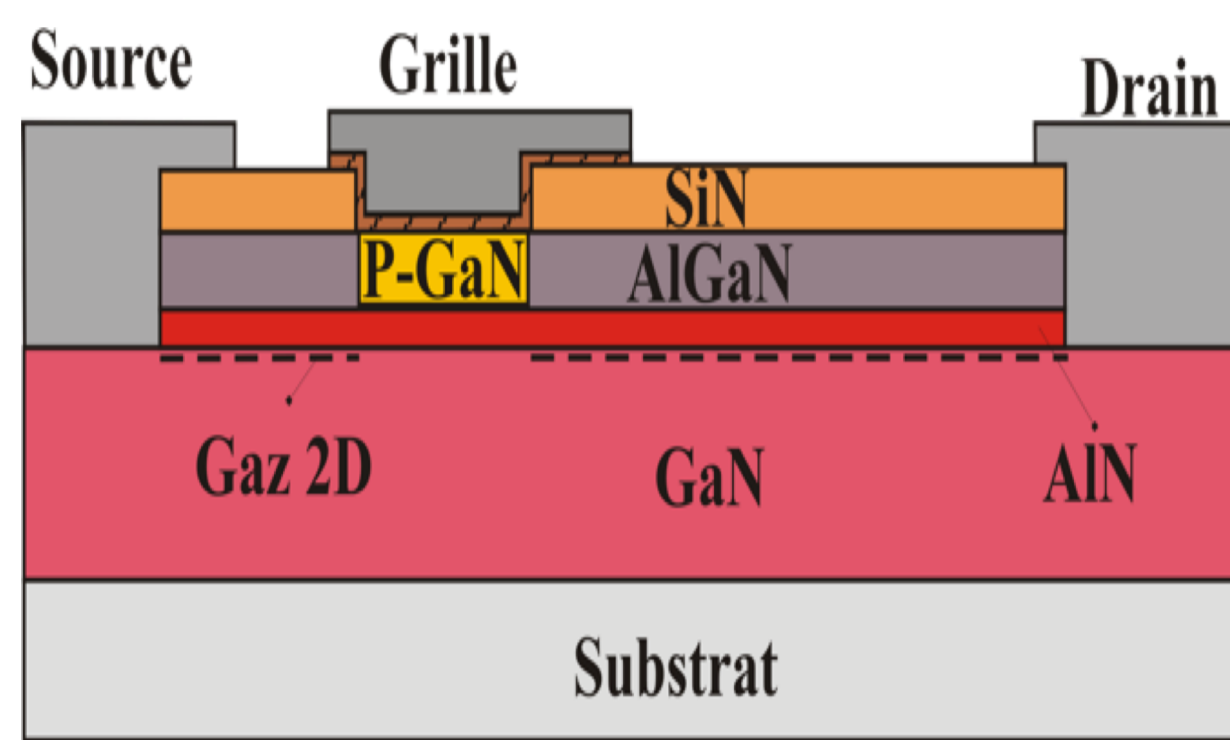
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

- Conception de structures HEMT's normally-off à canal 2DEG non dégradé
- Développement de briques technologiques génériques en vue de la conception de fonctions de puissance intégrées

## HEMT's à grille P-GaN par reprise d'épitaxie localisée

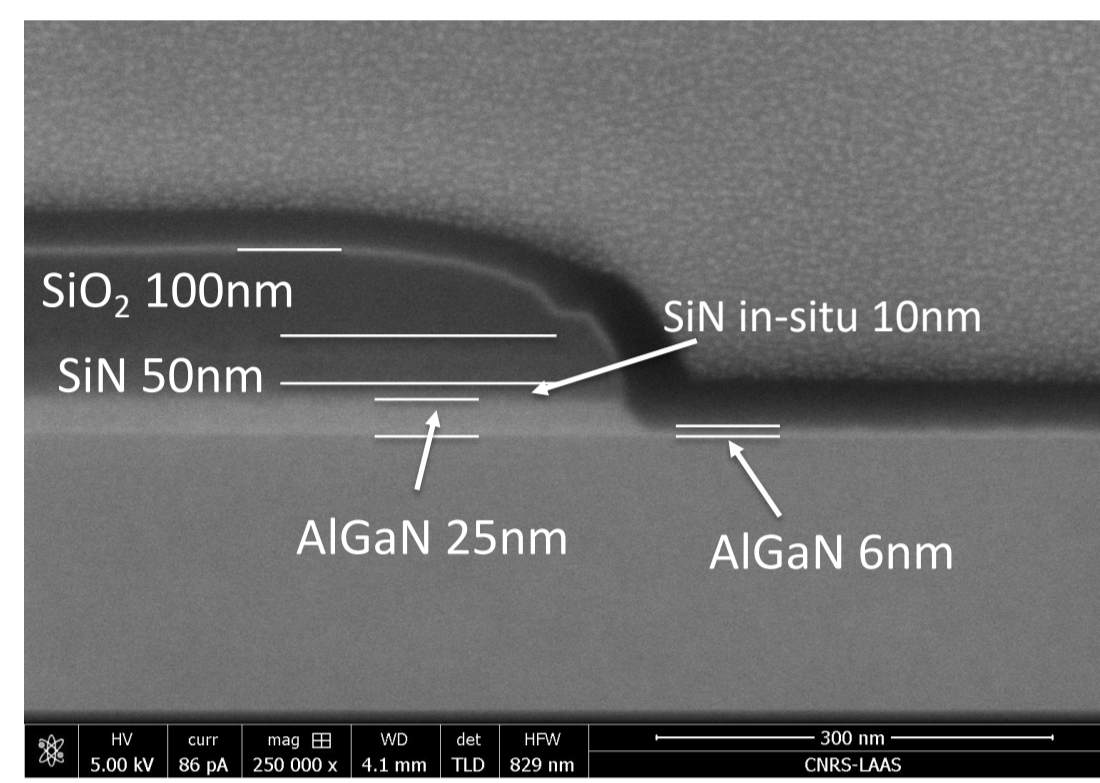


@ Thèse Chaymaa HALOUI (2021) – Projet CLE OPGAN

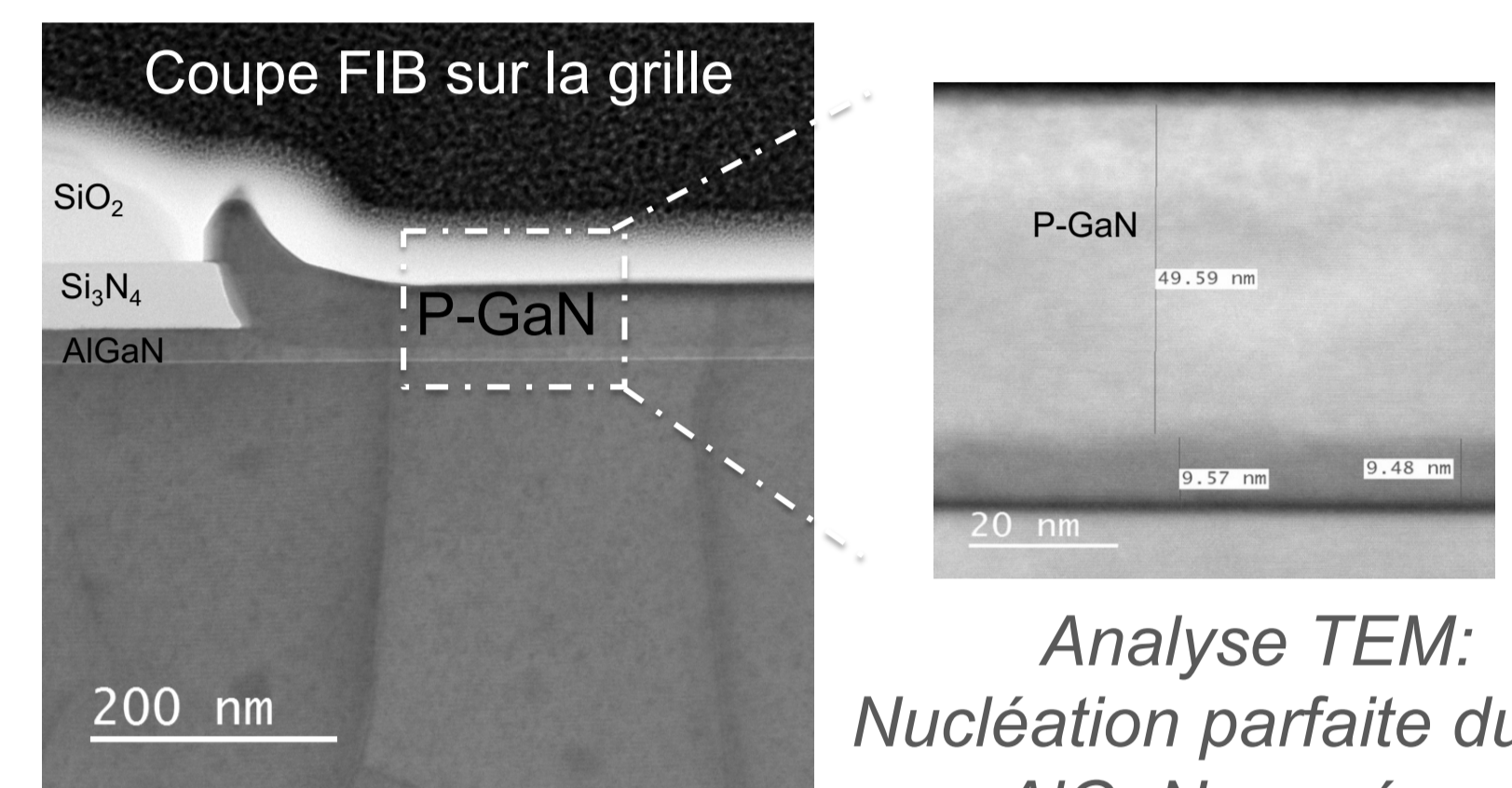


Coupe schématique d'un HEMT Normally-off avec une grille à barrière P-GaN (Brevet CEA 2015)

- Gravure à l'échelle nanométrique de l'AlGa<sub>N</sub> (LAAS)
- Reprise d'épitaxie sélective par MBE du P-GaN (CRHEA)



Gravure Cl<sub>2</sub> de l'AlGa<sub>N</sub> de grille (recessed gate)  
v = 0,6 nm/s sur wafer 4 pouces



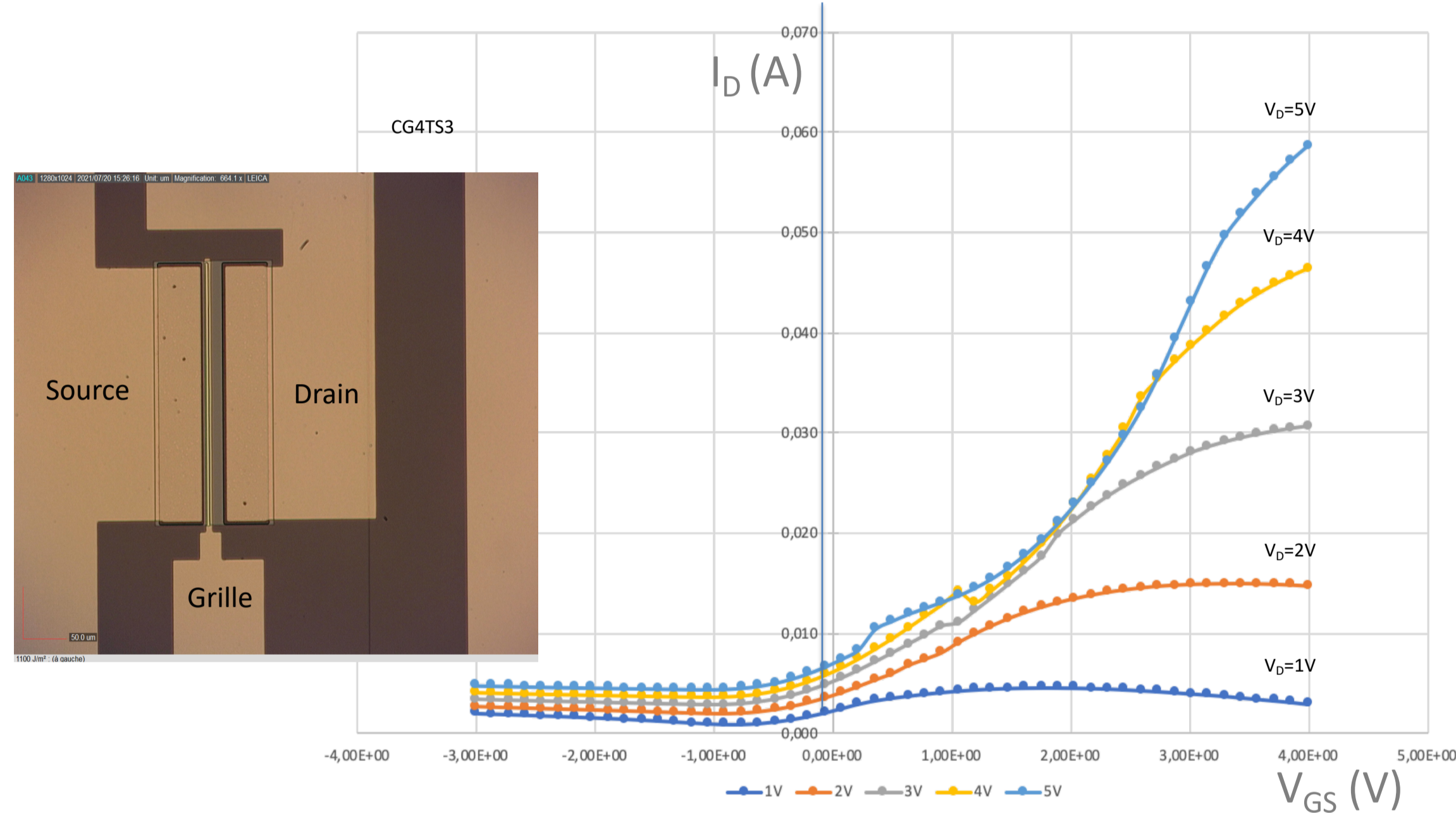
Analyse TEM: Nucléation parfaite du GaN sur AlGa<sub>N</sub> gravé par RIE

- ✓ Epitaxie sélective de 50 nm de GaN dopé Magnésium avec masque SiO<sub>2</sub>
- ✓ Mg électriquement actif:  $4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

$V_{TH}$  supérieure à 1 V  
(Grille P-GaN Schottky;  $L_G = 4 \mu\text{m}$ )

➤ Comportement Normally-off; validation du concept

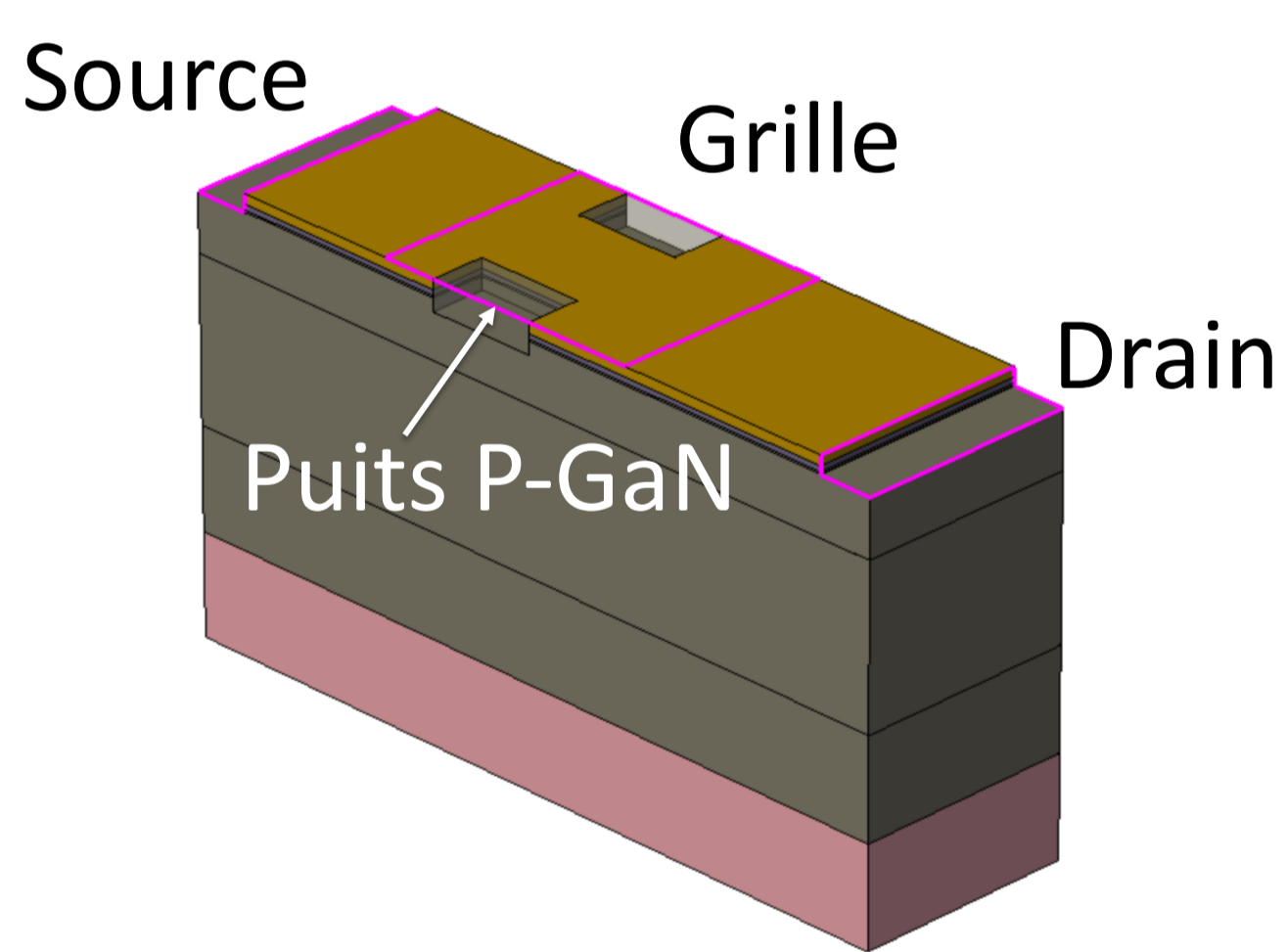
- Caractéristique de transfert mesurée  $I_D(V_{GS})$



## HEMT's à multi-puits P-GaN sur la grille



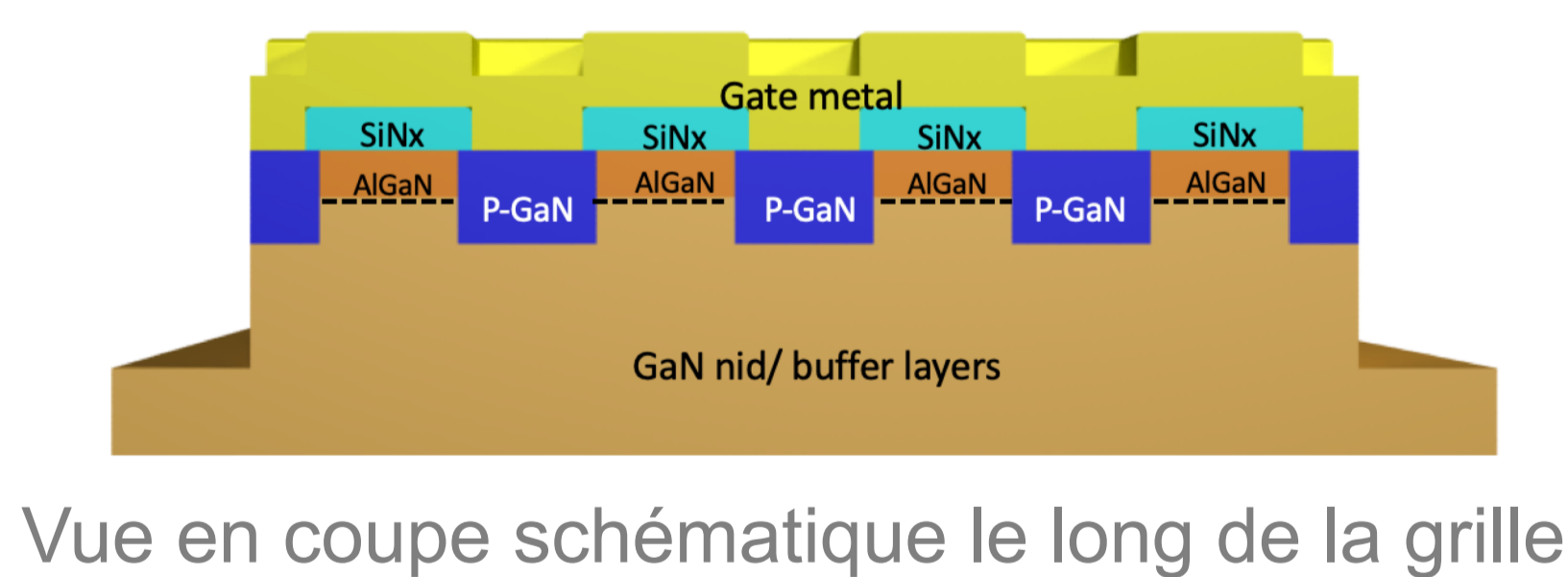
@ Thèse Daniel ROULY (en cours) – Projet NANO2022



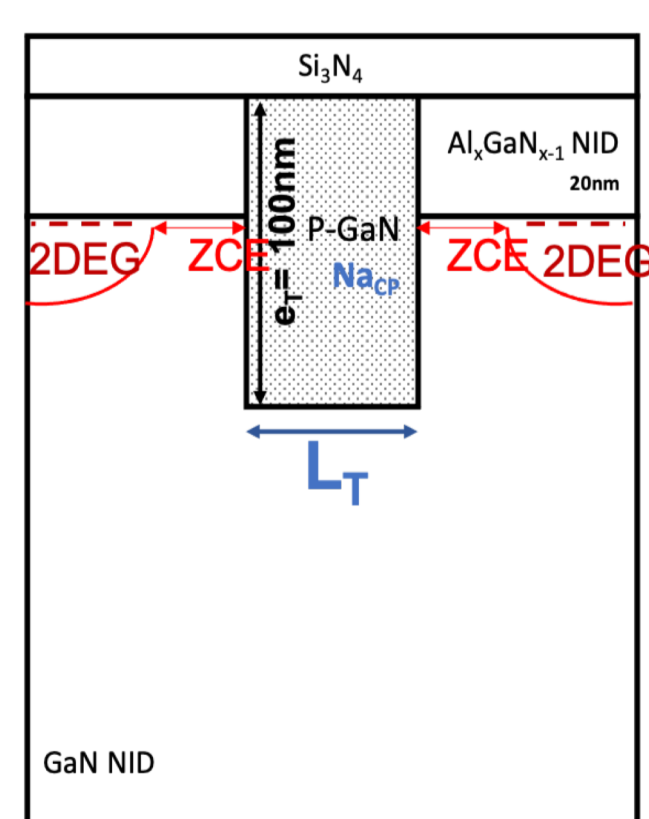
- Avantages de la structure HEMT proposée

- Pas de nécessité de contrôler la gravure de l'AlGa<sub>N</sub> de grille
- Création entre les puits GaN de zones de déplétion latérales modulables par les paramètres géométriques et le dopage P des puits GaN
- Tension de seuil  $V_{TH}$  contrôlable par l'espacement entre puits P-GaN
- Validation de la fonctionnalité normally-off par simulations 3D

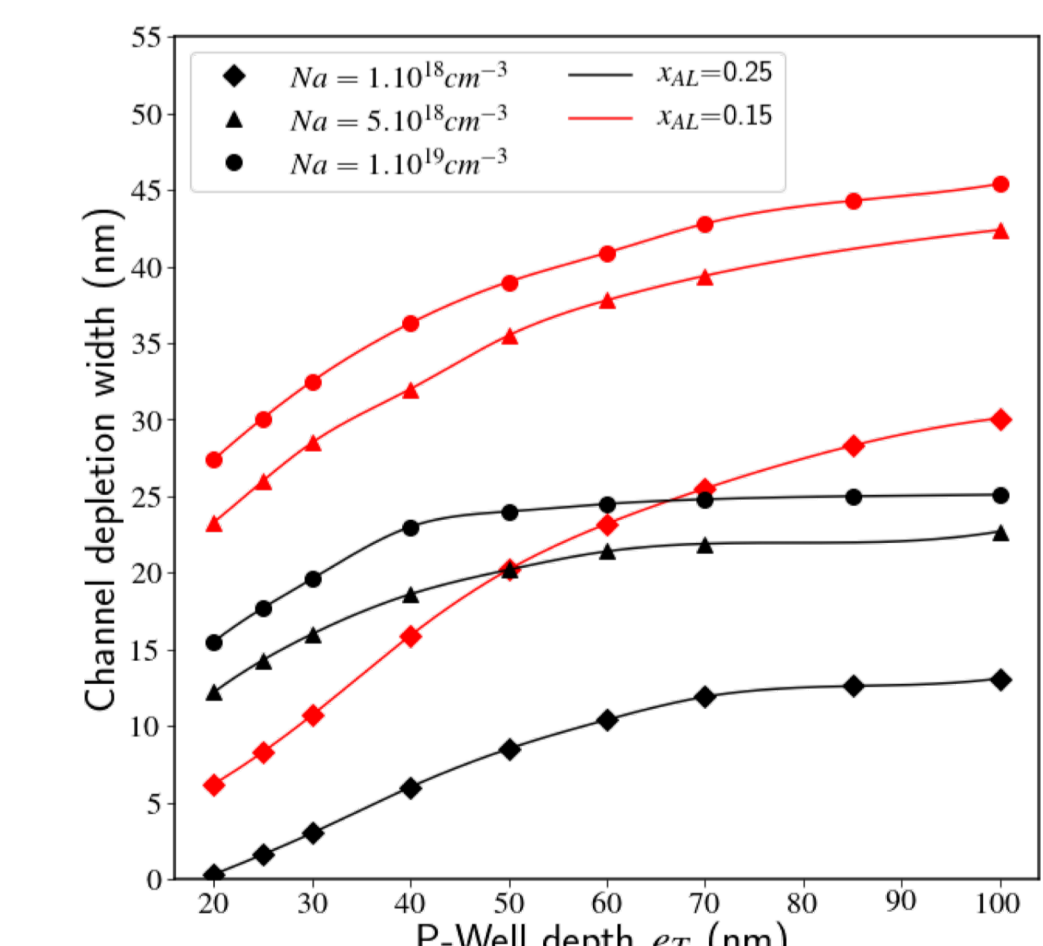
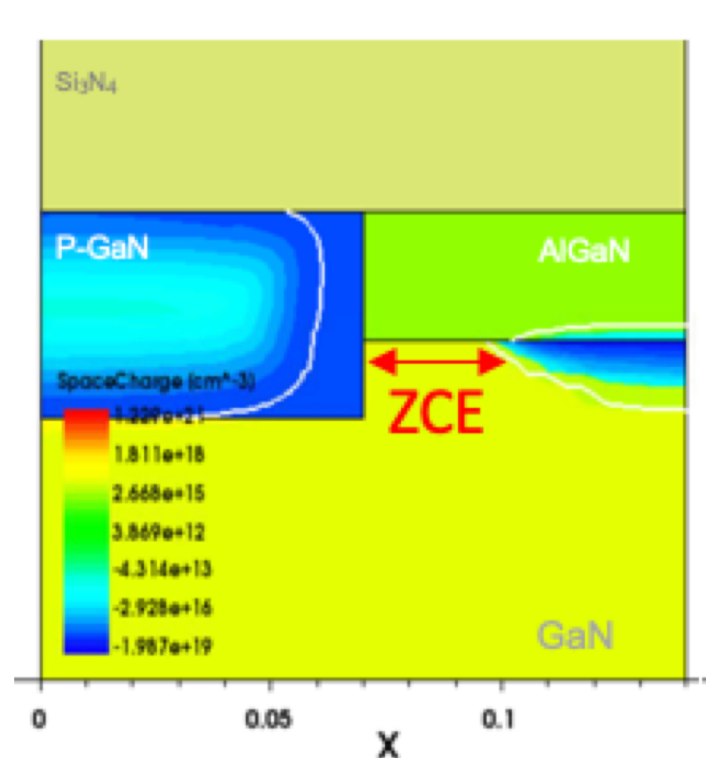
- Optimisation des paramètres des puits P-GaN ou comment influencer sur la déplétion du canal



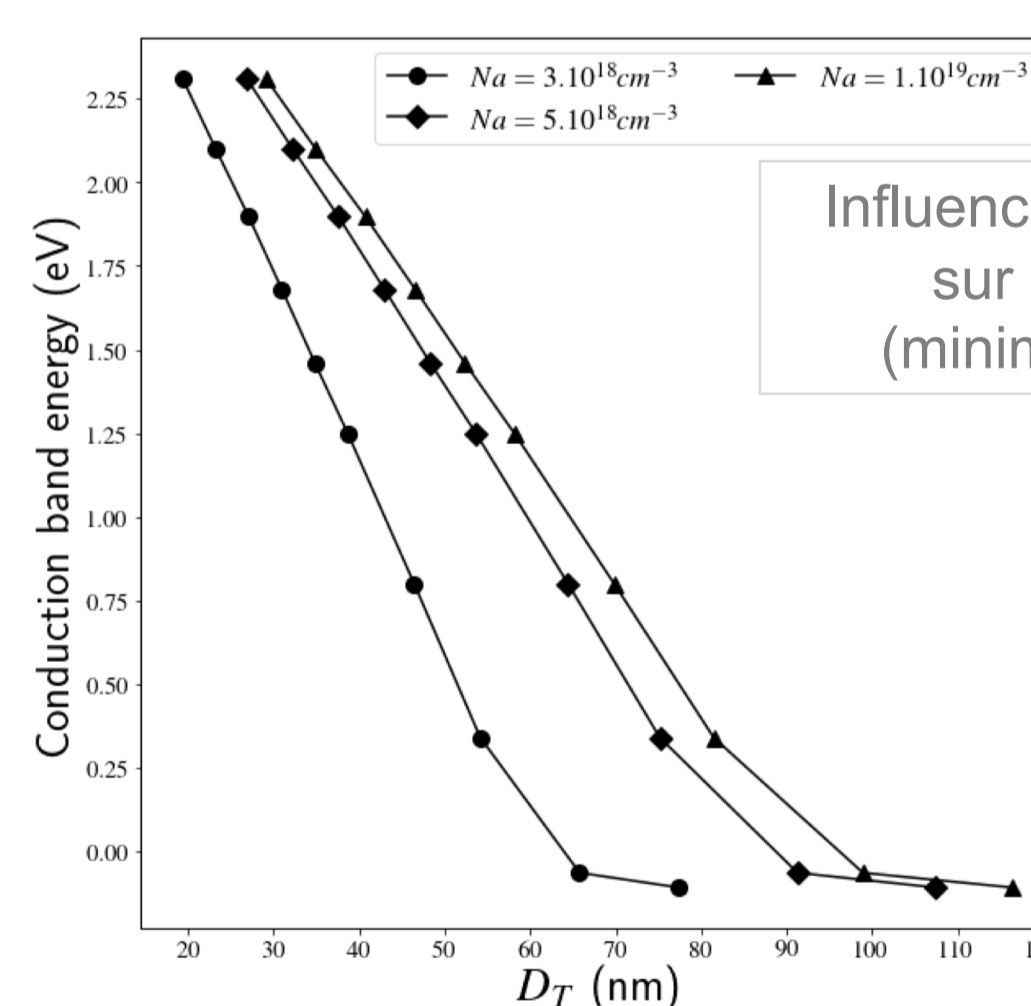
Vue en coupe schématique le long de la grille



Cellule de base pour la simulation 2D Sentaurus TCAD



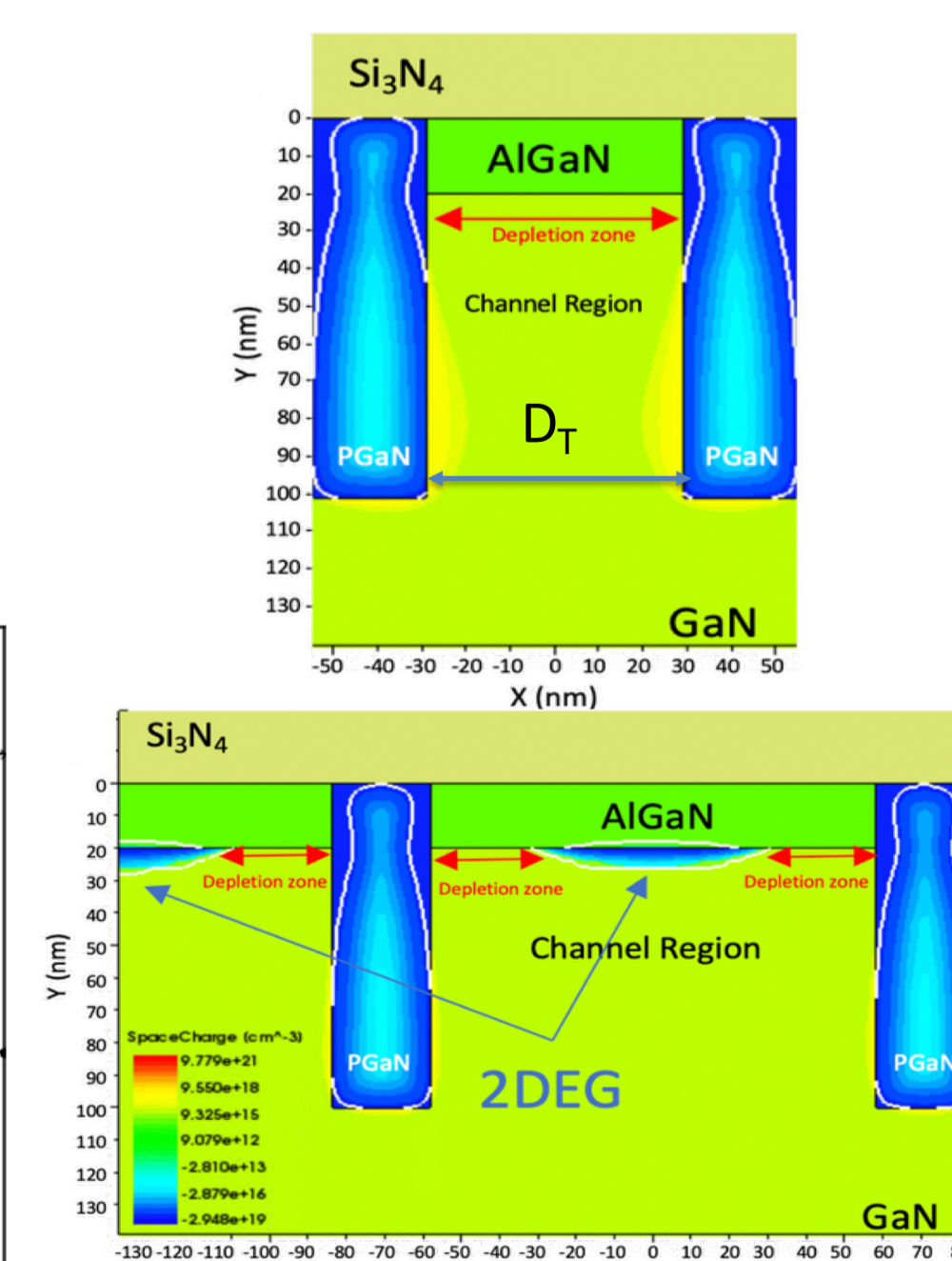
Extension de la charge d'espace en fonction de la profondeur du puits P-GaN



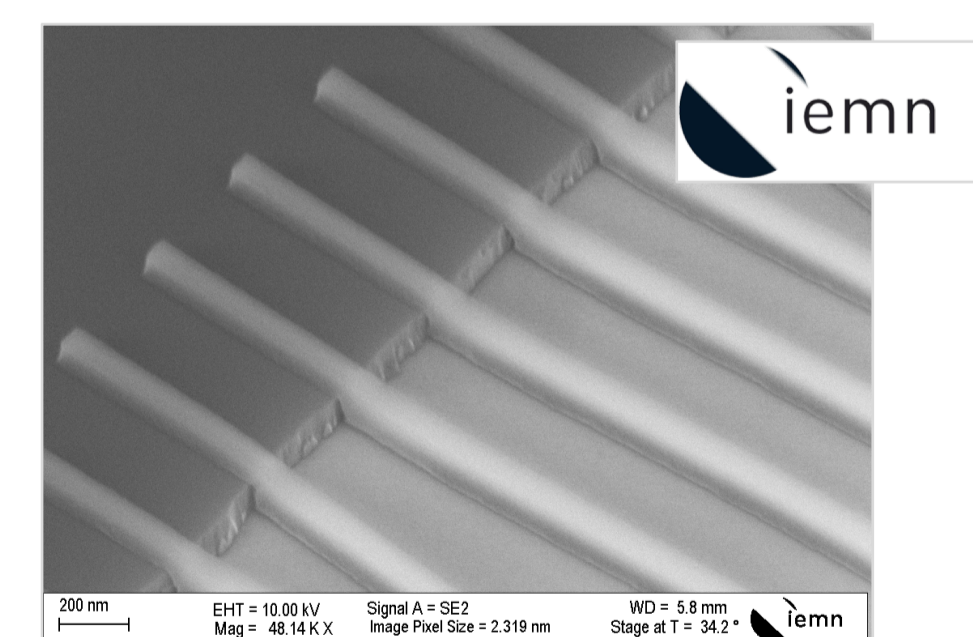
Influence de la distance inter-puits sur le niveau d'énergie  $E_C$  (minimum au centre du canal)



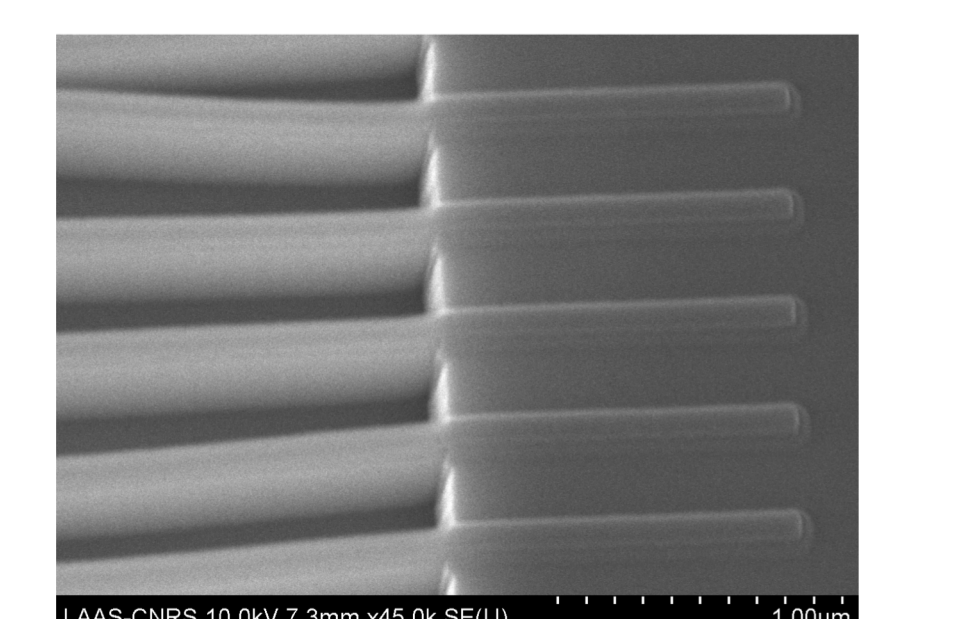
Caractéristique de transfert  $I_D(V_{GS})$  simulée à  $V_{DS} = 1 \text{ V}$



E-beam lithographie de HSQ (ex: largeur 200 nm)



Gravure du puits RIE BCl<sub>3</sub> avec masque HSQ



Réalisation des puits

@ Ces travaux sont soutenus par la plateforme de micro et nanotechnologies du LAAS-CNRS, membre du réseau français RENATECH