



HAL
open science

Intégration de laser cascade interbande sur plateforme photonique SiGe par micro transfer-printing

Yannis Billiet, Céline Chevalier, Xavier Letartre, Jean -Louis Leclercq, Pierre Cremillieu, Radoslaw Mazurcyk, Christian Grillet, Eric Tournié, Maxime Lepage, B. Ben Bakir, et al.

► To cite this version:

Yannis Billiet, Céline Chevalier, Xavier Letartre, Jean -Louis Leclercq, Pierre Cremillieu, et al.. Intégration de laser cascade interbande sur plateforme photonique SiGe par micro transfer-printing. JNMO 2024 - Journées Nano, Micro, et Optoélectronique, Oct 2024, Sète, France. . hal-04864948

HAL Id: hal-04864948

<https://hal.science/hal-04864948v1>

Submitted on 5 Jan 2025

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.

Intégration de laser cascade interbande sur plateforme photonique SiGe par micro transfer-printing

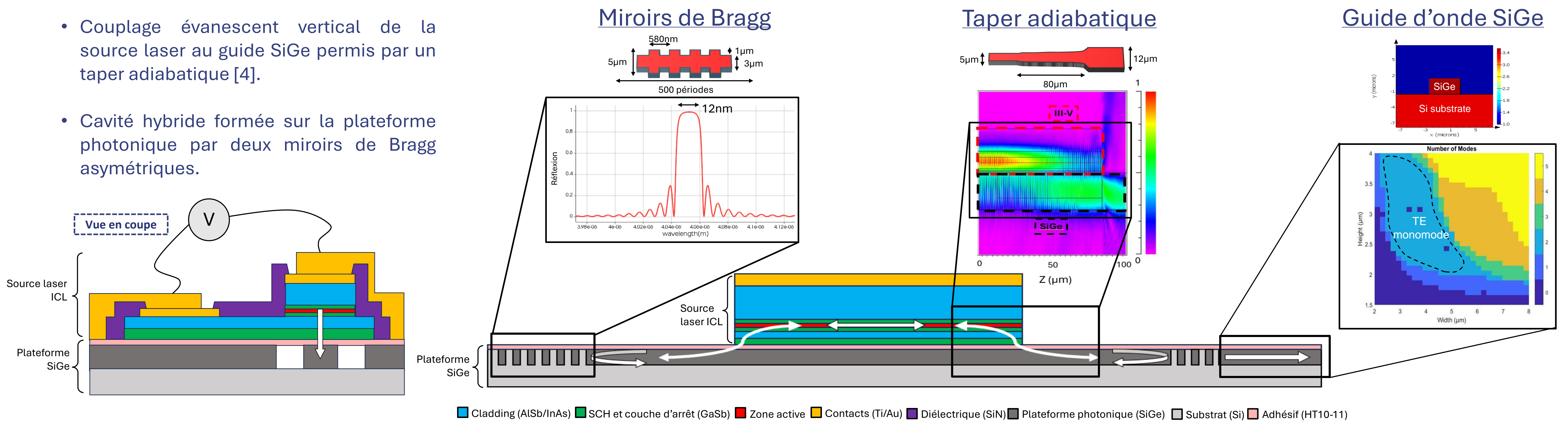
Yannis Billiet^{1,2}, Céline Chevalier¹, Xavier Letartre¹, Jean-Louis Leclercq¹, Pierre Cremillieu¹, Radoslaw Mazurczyk¹, Christian Grillet¹, Eric Tournié², Maxime Lepage³, Badhise Ben Bakir³, Vincent Reboud³, Laurent Cerutti², Christian Seassal¹

¹Institut des Nanotechnologies de Lyon, France, CNRS UMR 5270 ²Institut d'Electronique et des Systèmes, Montpellier, France, CNRS UMR 5214 ³CEA Leti, Grenoble, France

Nous présentons les résultats préliminaires pour l'intégration d'une source laser cascade interbande (ICL) émettant à 4 μm sur une plateforme SiGe par la méthode du Micro Transfer-Printing (μTP). Des simulations du couplage du laser avec le guide SiGe accompagnent les premières avancées technologiques concernant l'intégration d'une structure émettrice en matériaux antimoniures au sein du circuit intégré SiGe.

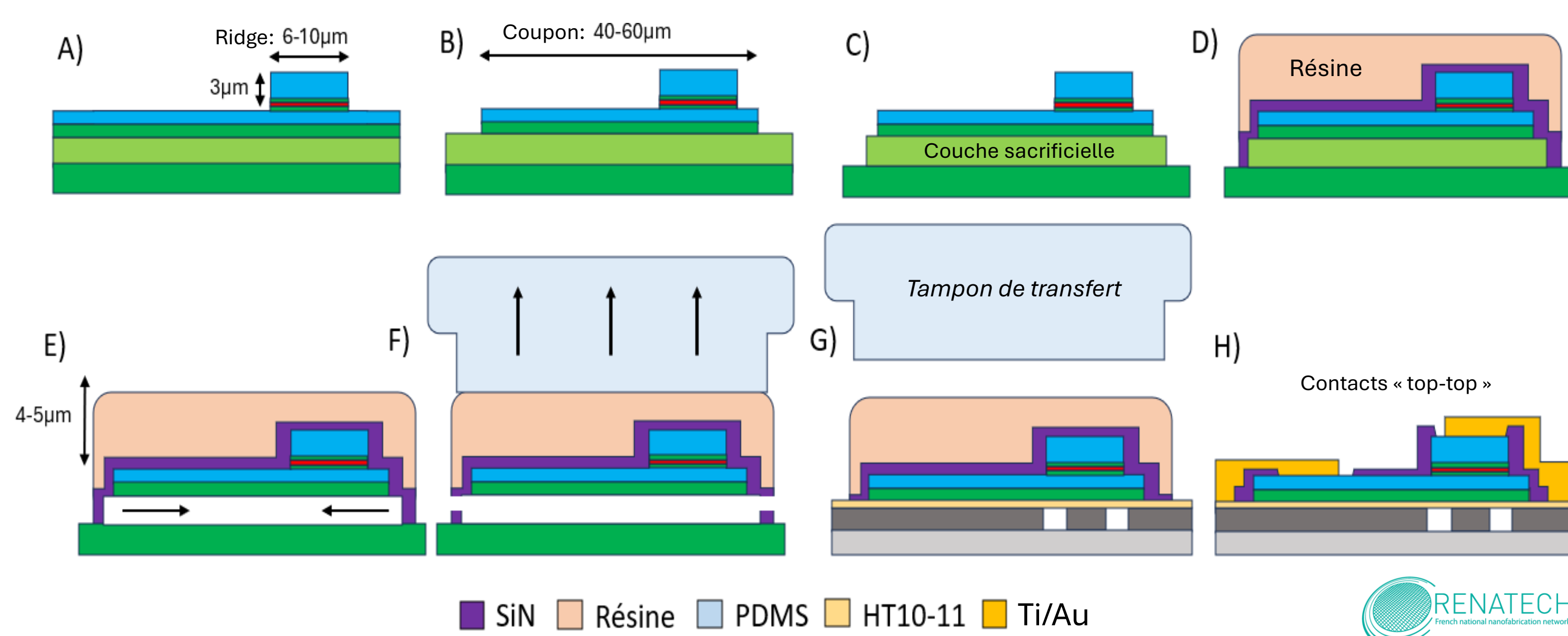
Design de laser ICL hybride sur SiGe

- Couplage évanescent vertical de la source laser au guide SiGe permis par un taper adiabatique [4].
- Cavité hybride formée sur la plateforme photonique par deux miroirs de Bragg asymétriques.

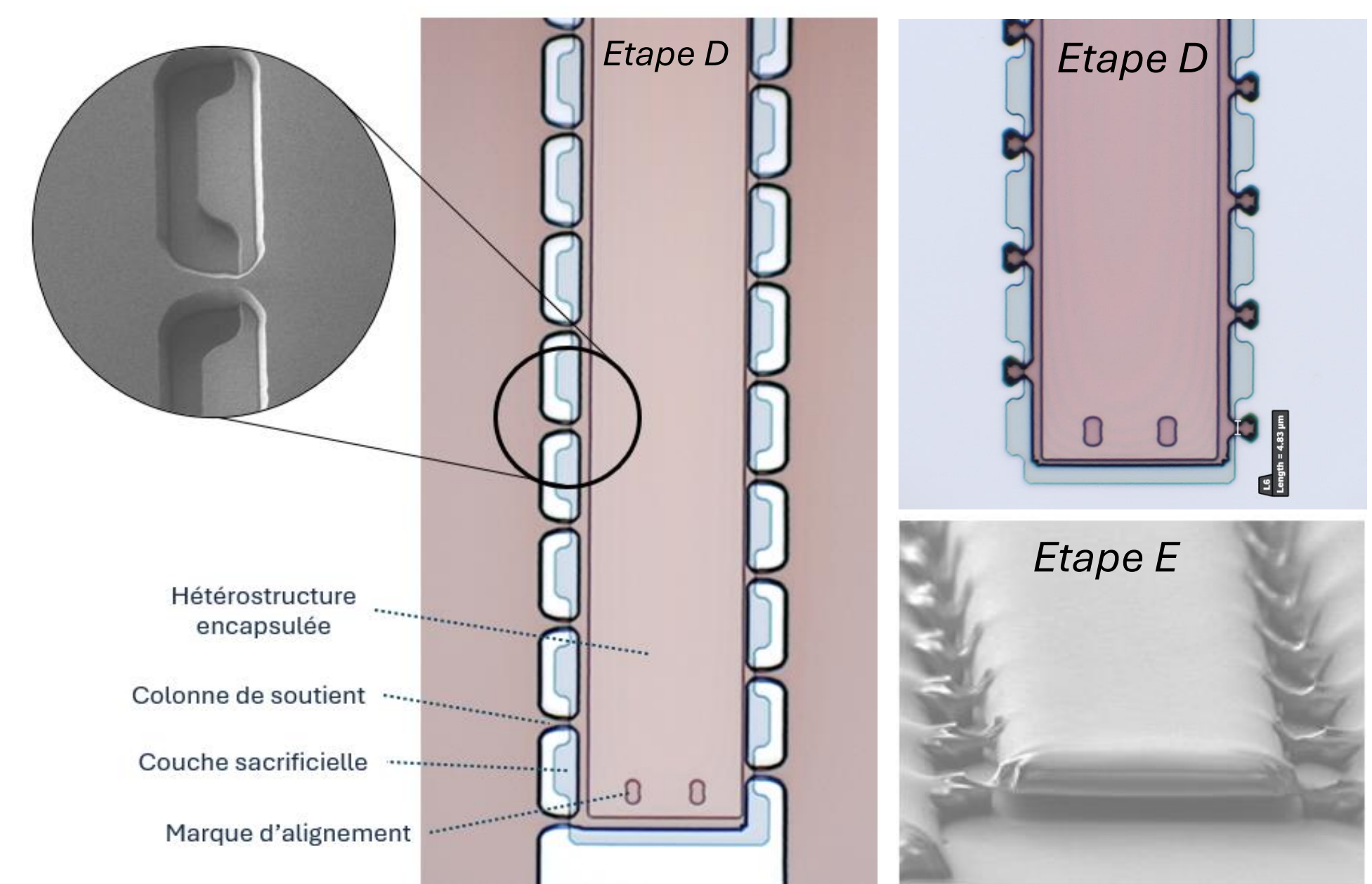


Avancées technologiques pour l'intégration

1. Procédé d'intégration par Micro-Transfer-Printing

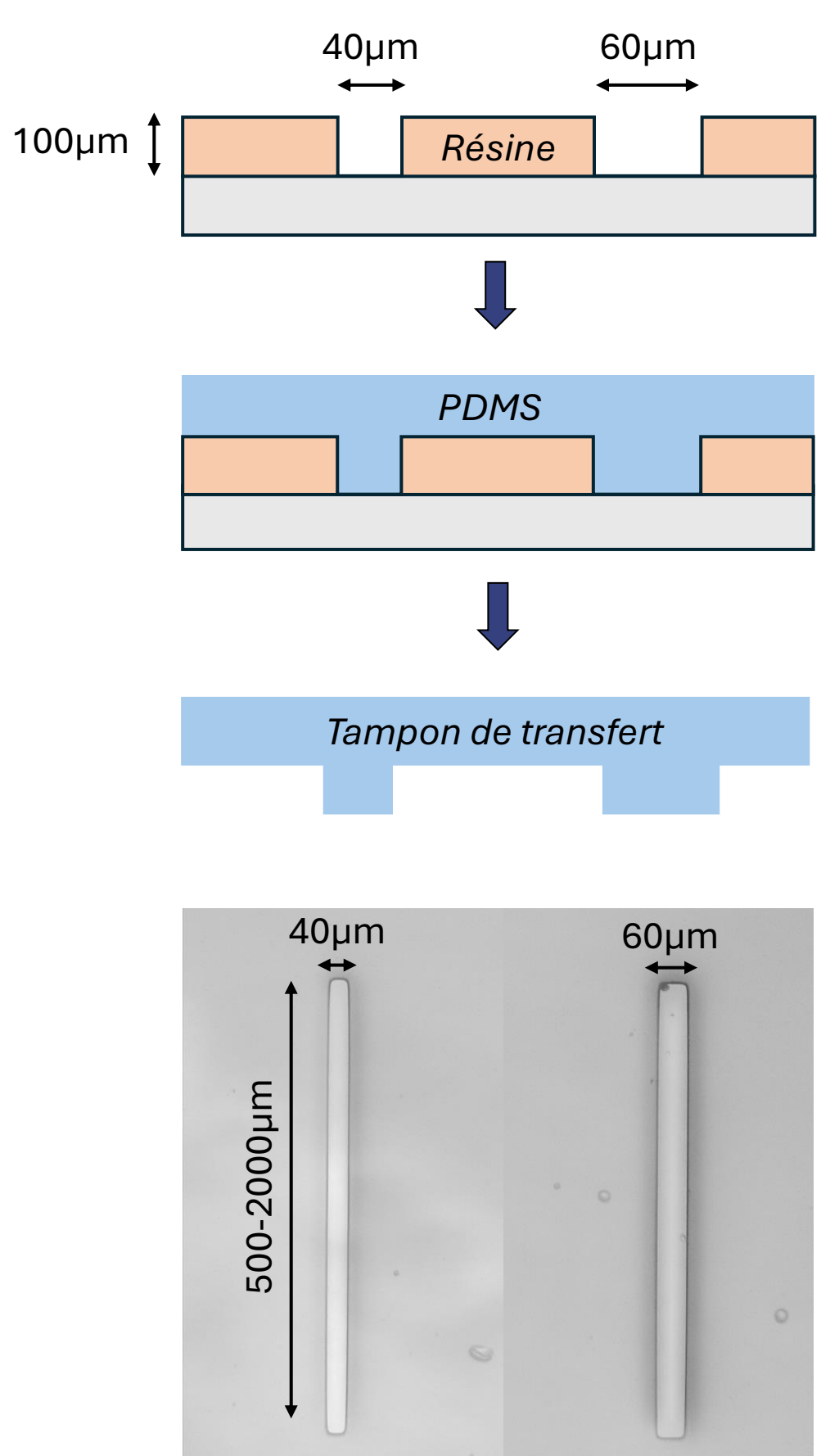


4. Géométrie des colonnes de soutien



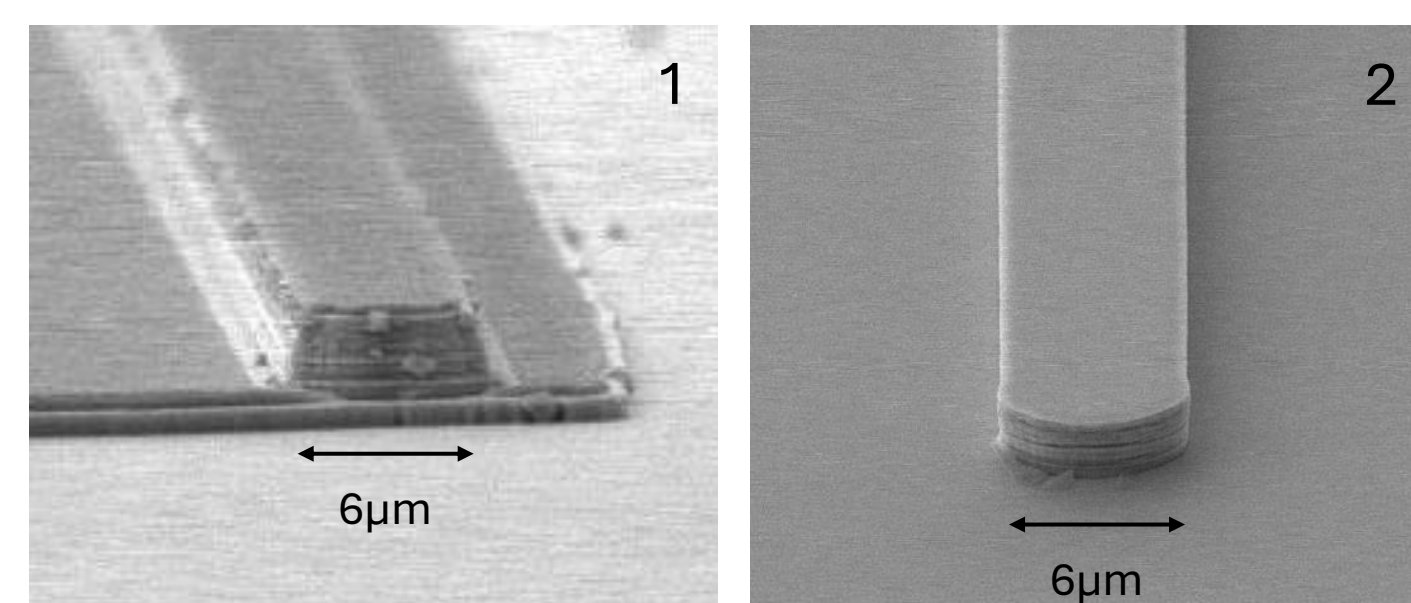
Le design des colonnes a d'abord été testé sur des structures Si/SiO₂. Ce dernier matériau servant alors de couche sacrificielle.

2. Fabrication du tampon de transfert



- Fabrication d'un moule en photo résine.
- Le tampon est moulé en deux étapes: un spin coat de hard PDMS pour éviter les bulles, suivi d'un moulage en force pour assurer la planéité.
- Les dimensions du tampon correspondent à celles des coupons à saisir lors de l'étape de transfert (F).

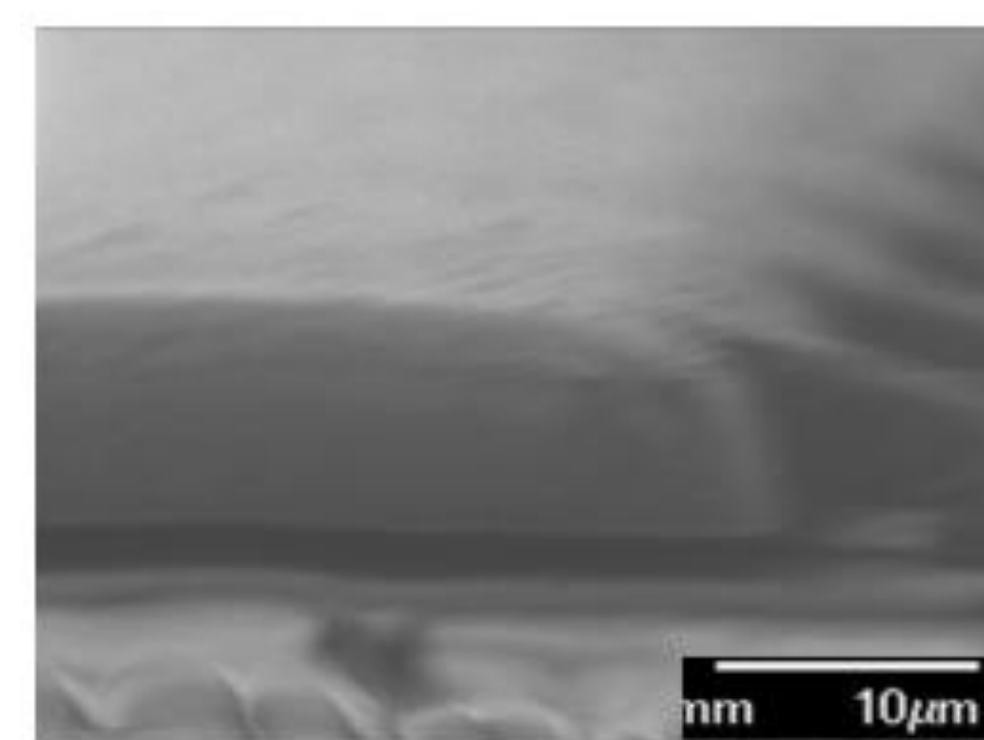
3. Gravure anisotrope



Recette	Cl ₂ (sccm)	Ar (sccm)	Pression (Pa)	Température (°C)	ICP Power (W)	RF Power (W)
1	21	9	0,26	20	600	100
2	3	25	2,6	200	600	75

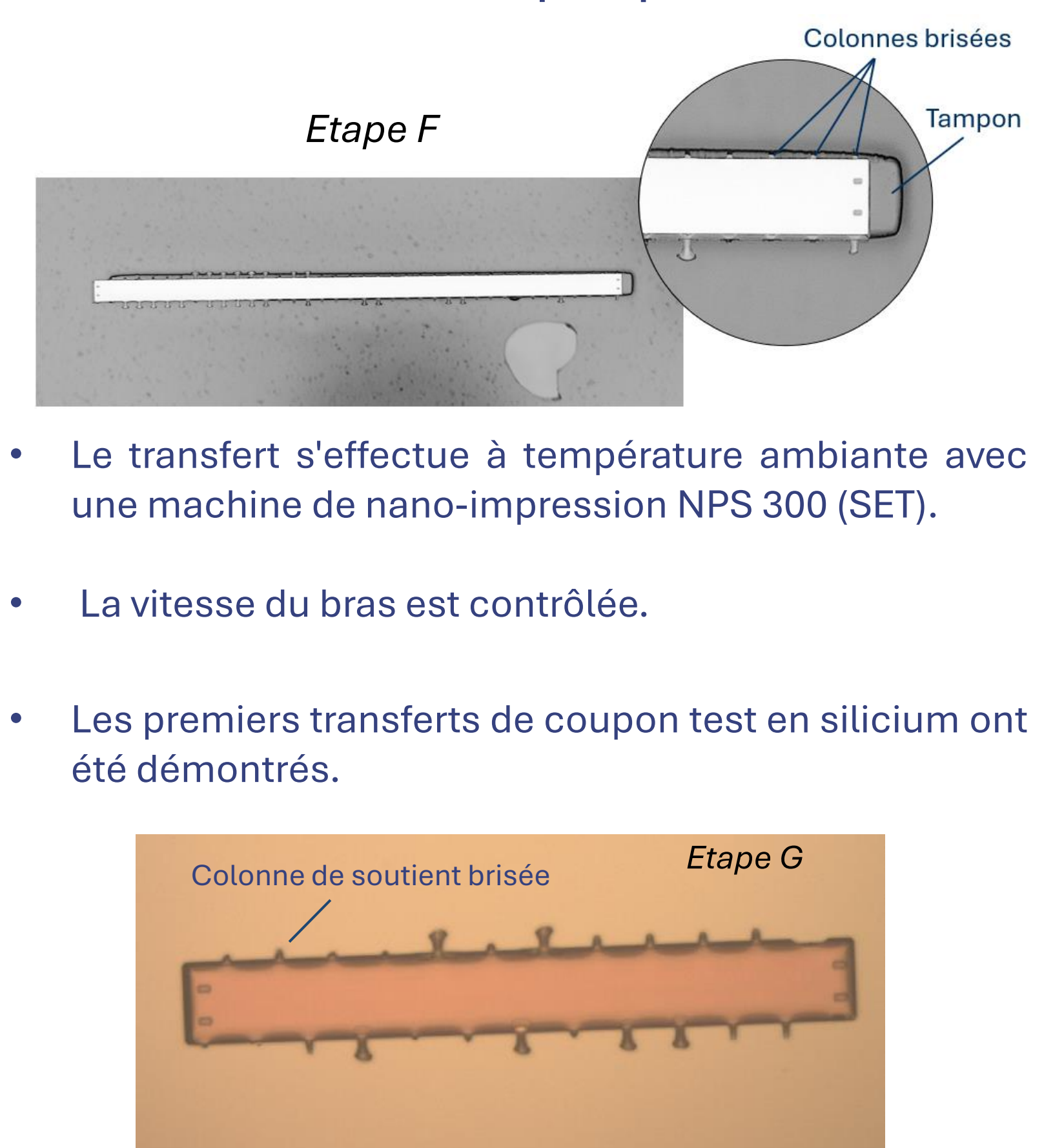
- Mise au point d'une recette de gravure sèche anisotrope (riche en Ar et haute température) nécessaire pour le ridge laser [5].
- La couche sacrificielle en InAsSb est structurée par RIE avec un mélange de gaz CH₄/H₂ (C).

5. Sous-gravure



- Les coupons sont libérés du substrat par une sous gravure humide de la couche d'InAsSb (acide citrique et peroxyde d'hydrogène à 60°C) (E).
- Protection des hétérostructures laser par encapsulation de 200nm de SiN conforme (PECVD), et couche d'arrêt en GaSb.

6. Transfert par μTP



- Le transfert s'effectue à température ambiante avec une machine de nano-impression NPS 300 (SET).
- La vitesse du bras est contrôlée.
- Les premiers transferts de coupon test en silicium ont été démontrés.

[1] Tournié et Cerutti. *Mid-Infrared Optoelectronics: Materials, Devices, and Applications*. 2020.

[2] Guo et al « SWIR GaSb Photodiode Integration on Si Photonics through Micro-Transfer-Printing ». 2023.

[3] Ben Bakir et al "Electrically driven hybrid Si/III-V Fabry-Pérot lasers based on adiabatic mode transformers," 2011.

[4] Sun et al « Adiabaticity Criterion and the Shortest Adiabatic Mode Transformer in a Coupled-Waveguide System ». 2009.

[5] Fordyce, Jordan. « Single-Mode Interband Cascade Lasers for Petrochemical Process Monitoring ». 2024.