

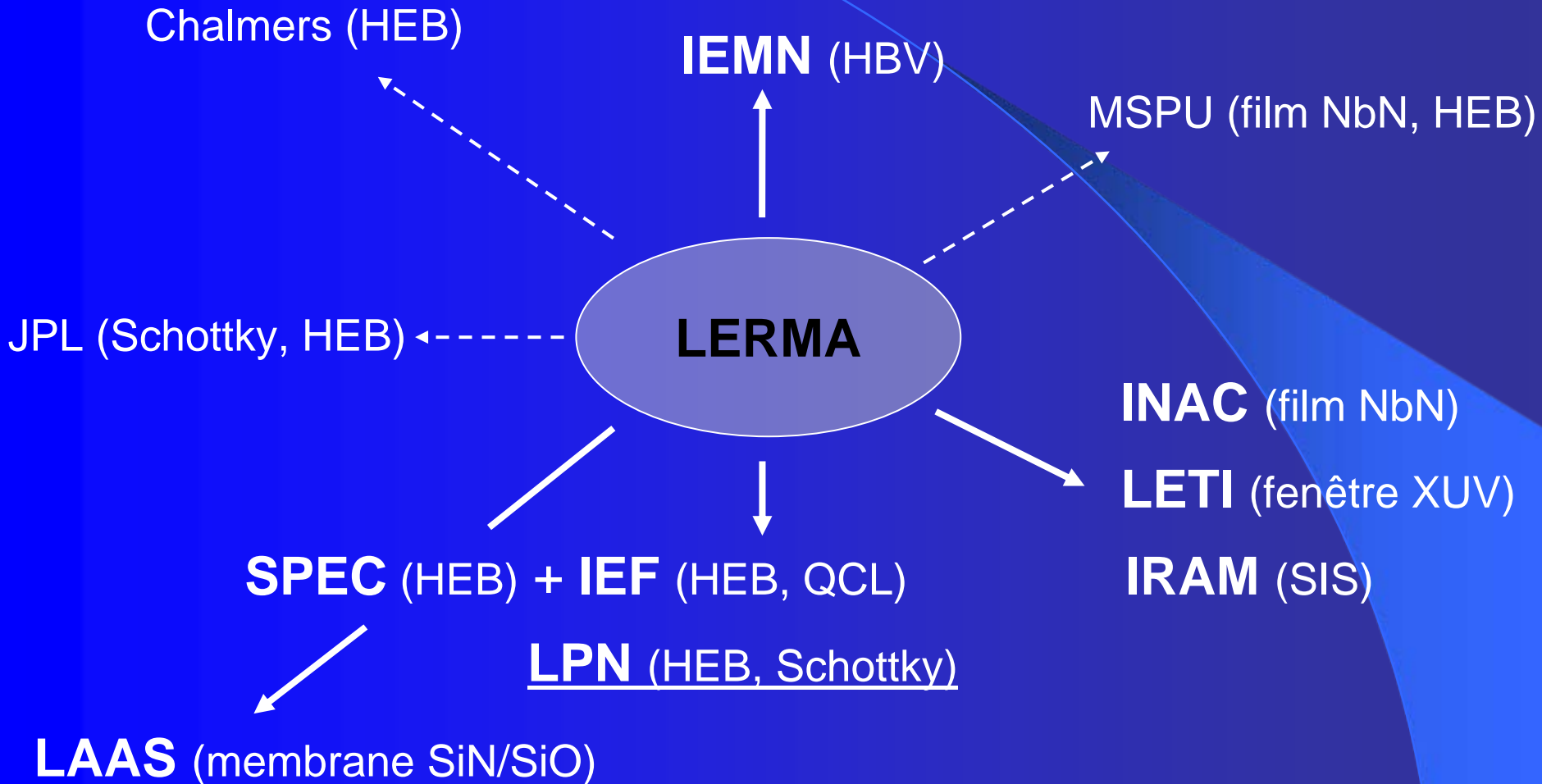
Nanotechnologies pour la détection submillimétrique réalisées au LPN

Roland Lefèvre – LERMA

Sommaire

- LERMA et plateformes technologiques
- Bolomètres à électrons chauds (HEB)
- Diodes Schottky
- Conclusions et Perspectives

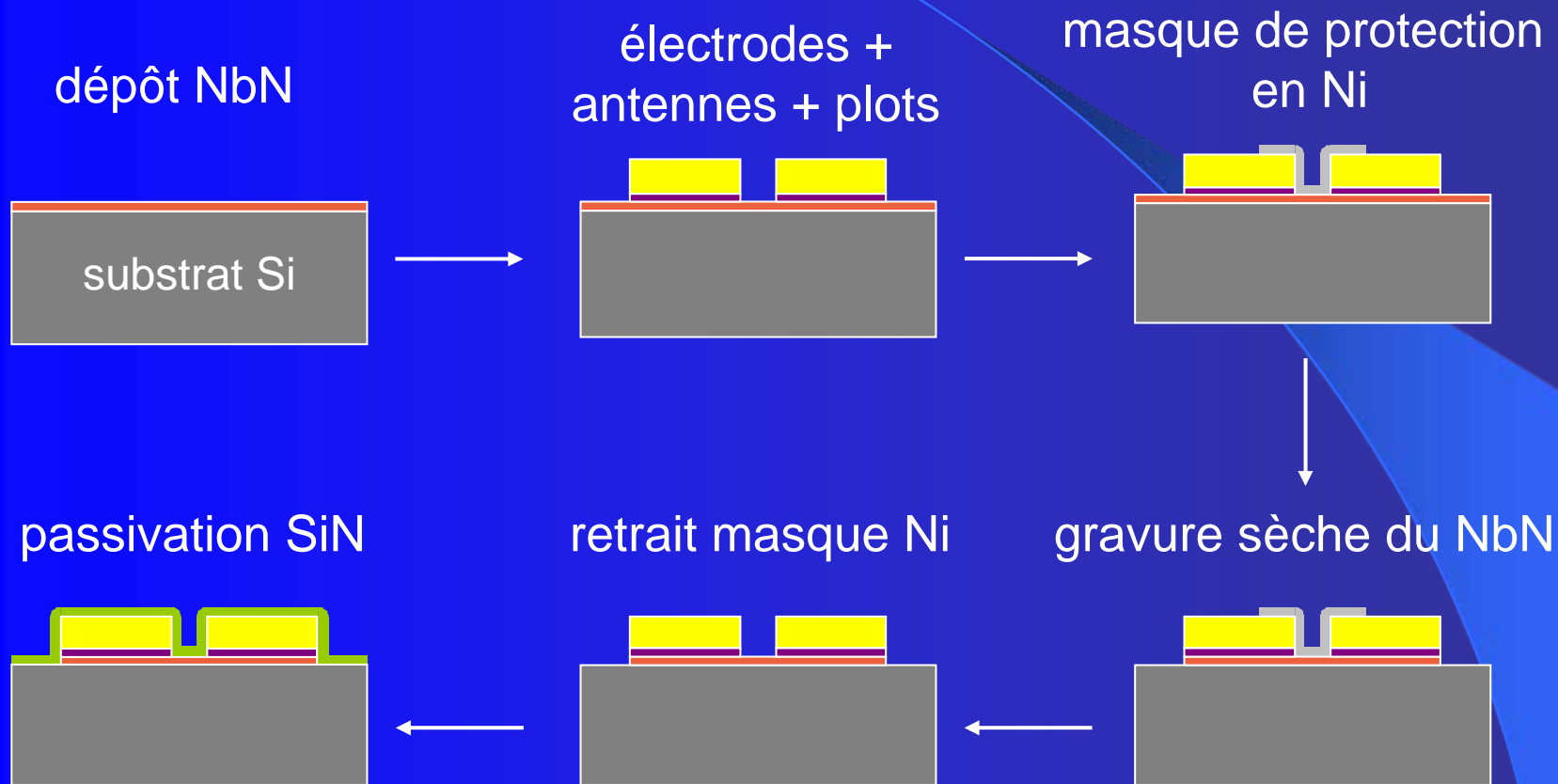
Le LERMA et les plateformes technologiques



Sommaire

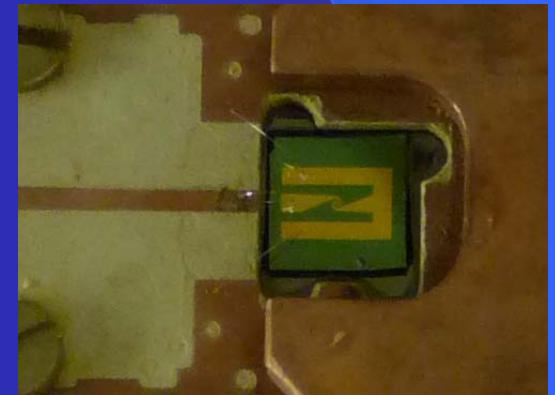
- LERMA et plateformes technologiques
- **Bolomètres à électrons chauds (HEB)**
- Diodes Schottky
- Conclusions et Perspectives

HEB : aperçu du procédé de fabrication



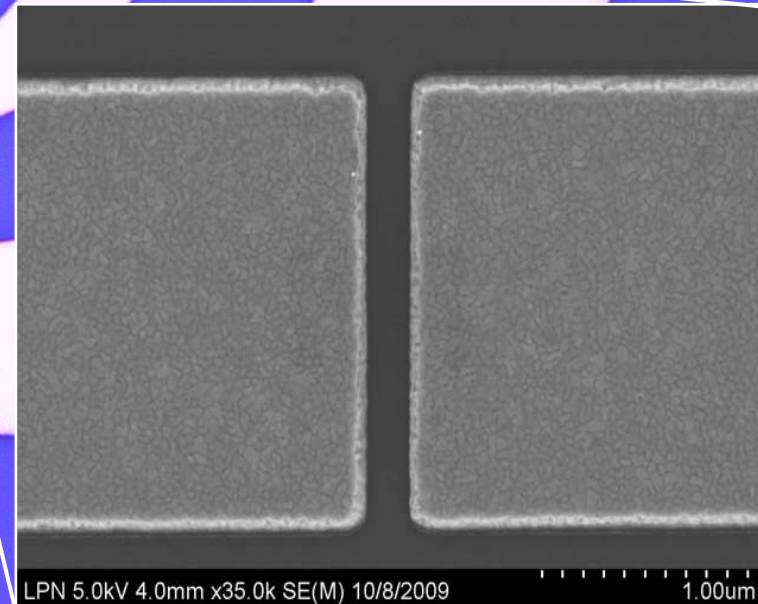
HEB : détails du procédé de fabrication

- nombre d'étapes minimisé
- lithographie : électronique uniquement
 - masque modifiable facilement
 - 3 niveaux de masquage
 - alignement ~ 50 nm
- une seule métallisation pour électrodes + antennes + plots
 - évite une interface
 - nettoyage *in situ* avant dépôt Ti/Au sur NbN
- passivation « pleine plaque »
 - évite lift-off ou gravure
 - microcablâge possible à travers SiN 10 nm



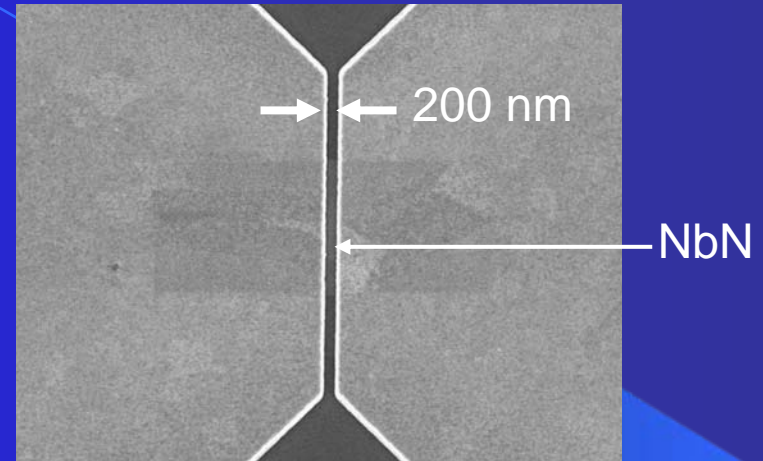
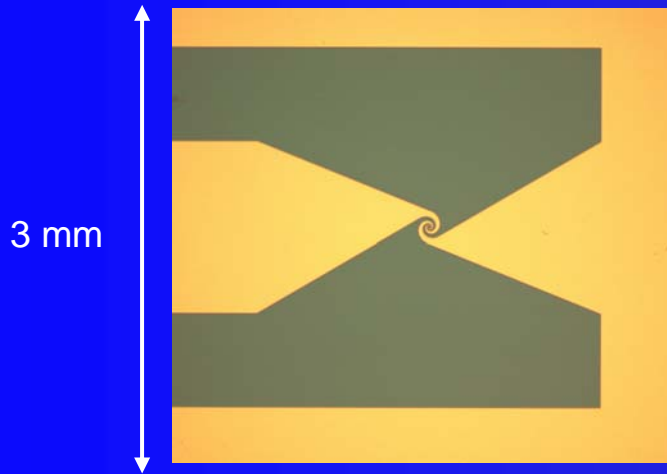
HEB : exemples de réalisations

HEB : exemples de réalisations



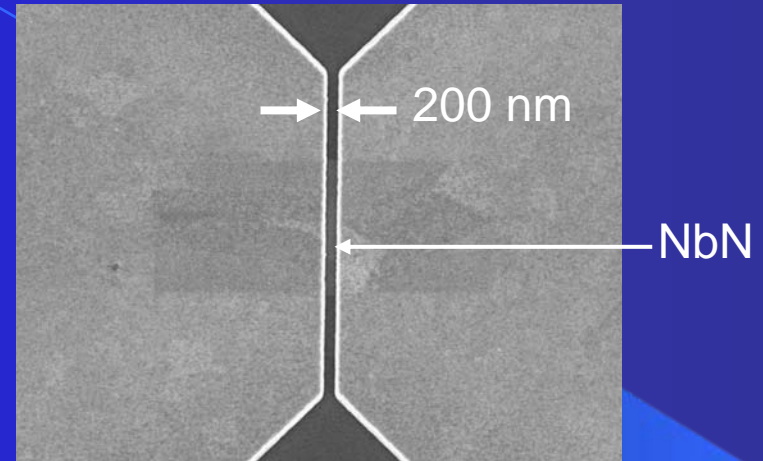
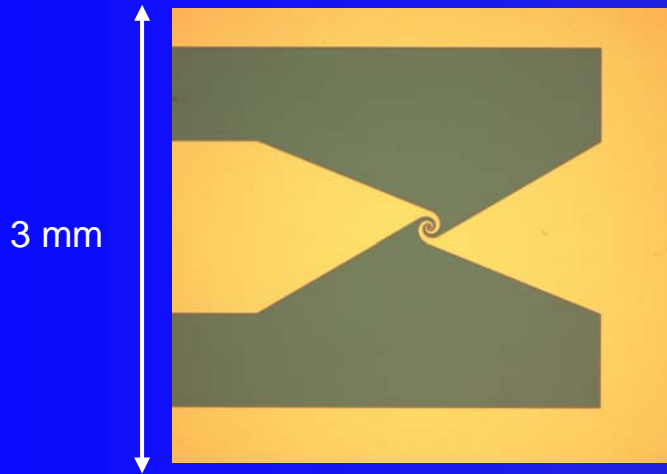
HEB : exemples de réalisations

- monopixel : antenne log-spirale 2,5 THz sur Si épais

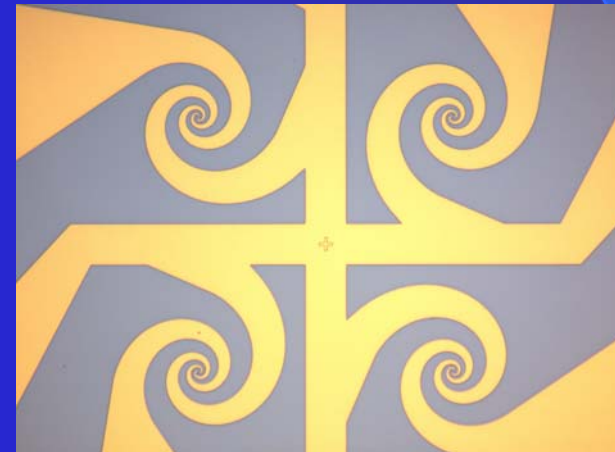
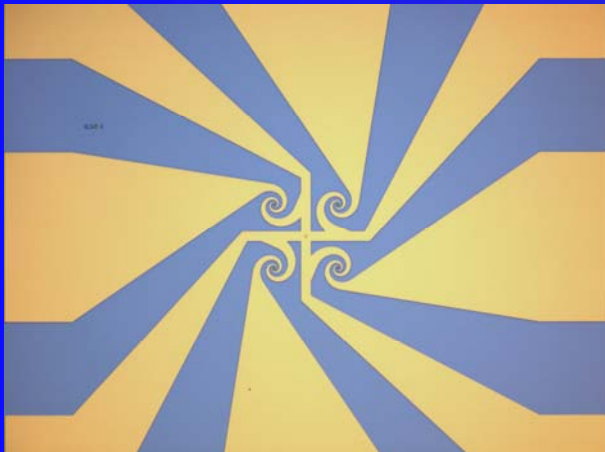


HEB : exemples de réalisations

- monopixel : antenne log-spirale 2,5 THz sur Si épais



- multipixels : antenne log-spirale 600 GHz sur Si épais

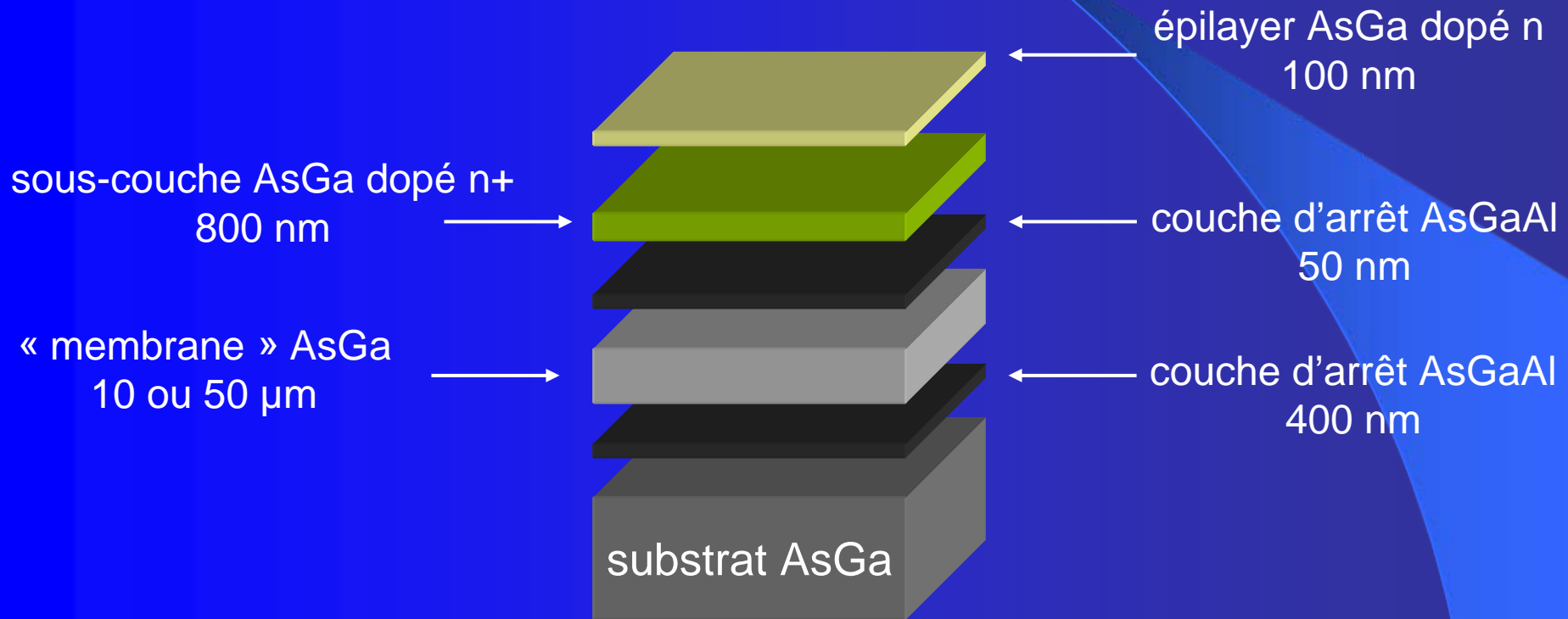


Sommaire

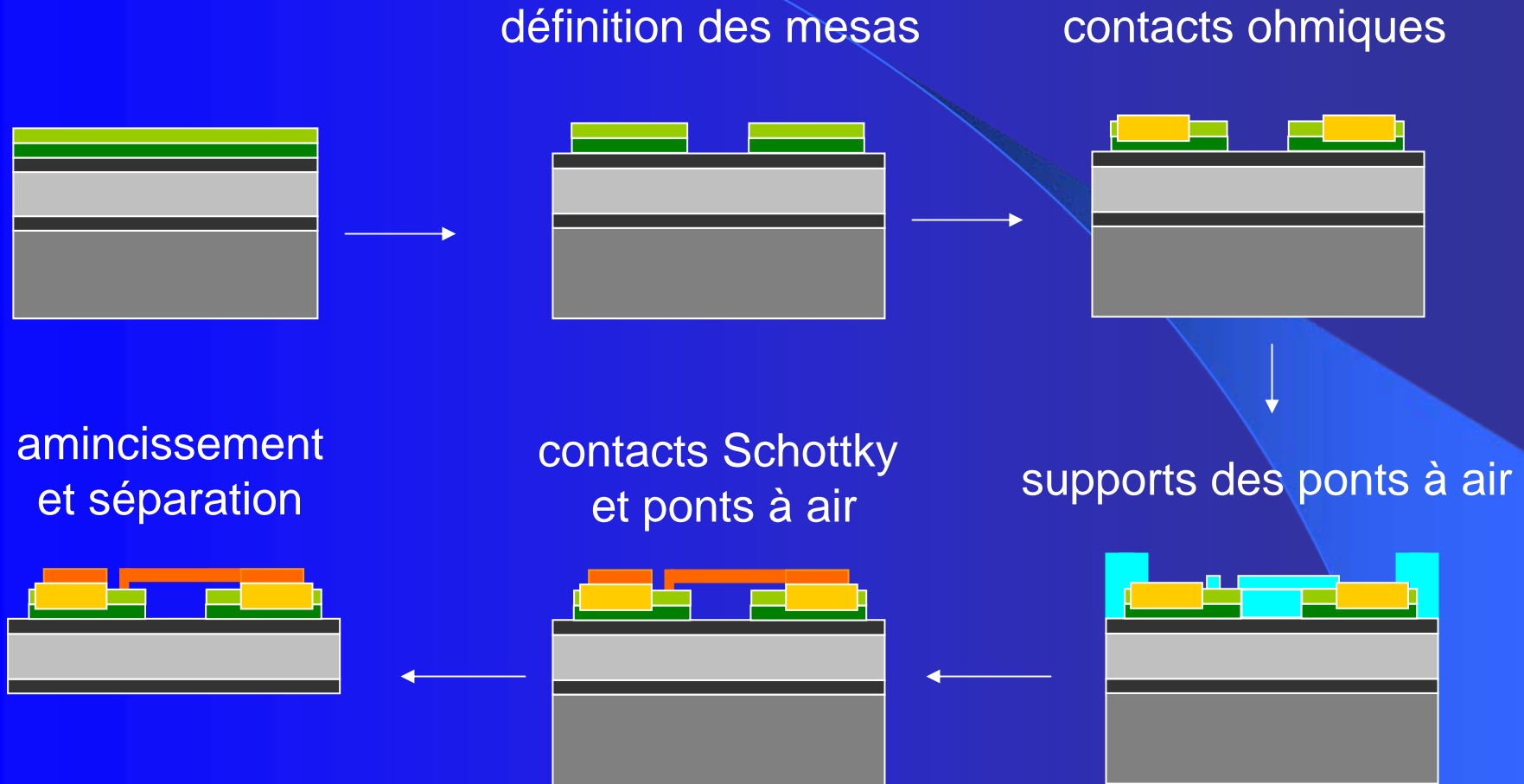
- LERMA et plateformes technologiques
- Bolomètres à électrons chauds (HEB)
- **Diodes Schottky**
- Conclusions et Perspectives

Schottky : procédé de fabrication

- empilement des couches épitaxiées (MOCVD)

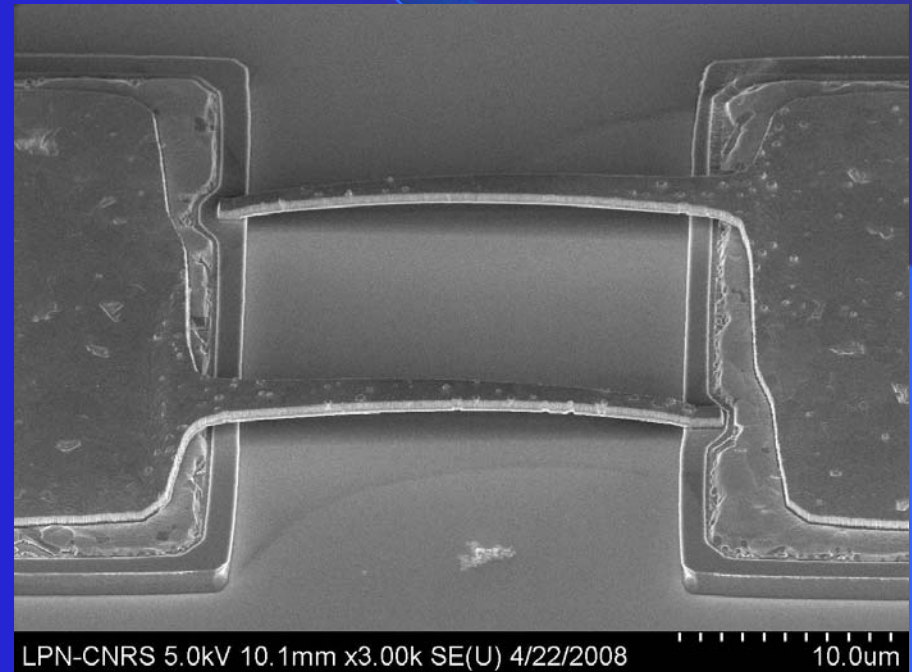
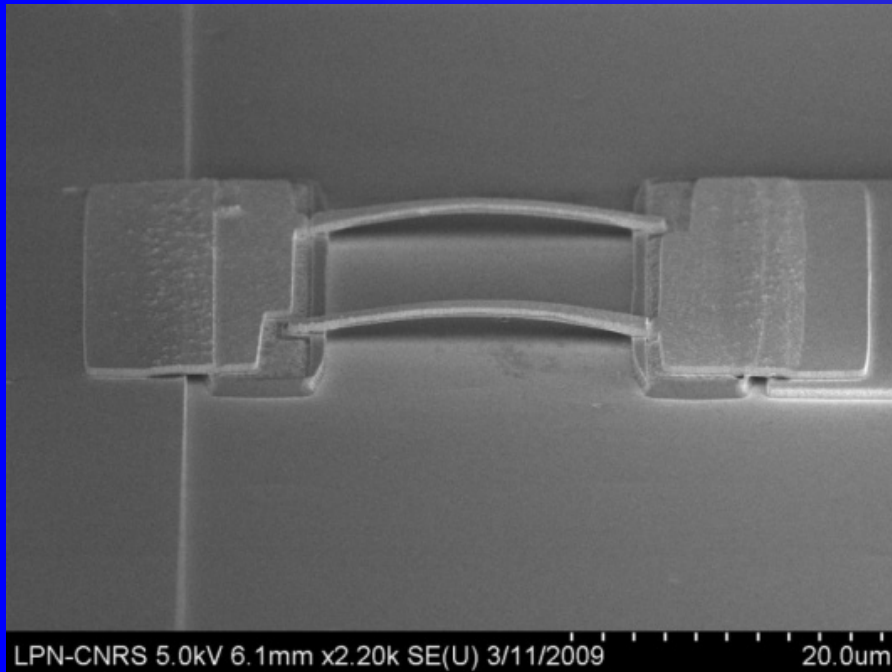


Schottky : aperçu procédé de fabrication



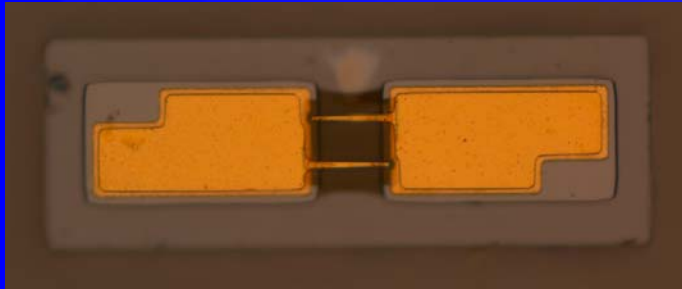
Schottky : exemples de réalisations

- mélangeur 183 GHz
 - anode $1,8 \mu\text{m}^2$
 - membrane $50 \mu\text{m}$
- mélangeur 330 GHz
 - anode $0,8 \mu\text{m}^2$
 - membrane $10 \mu\text{m}$

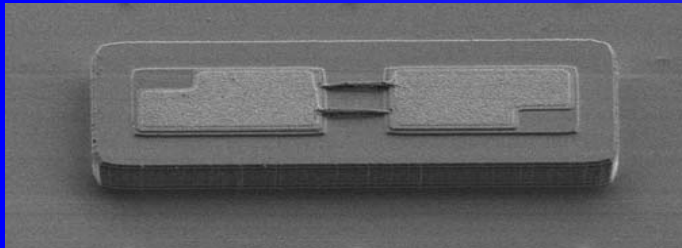


Schottky : fin du procédé de fabrication

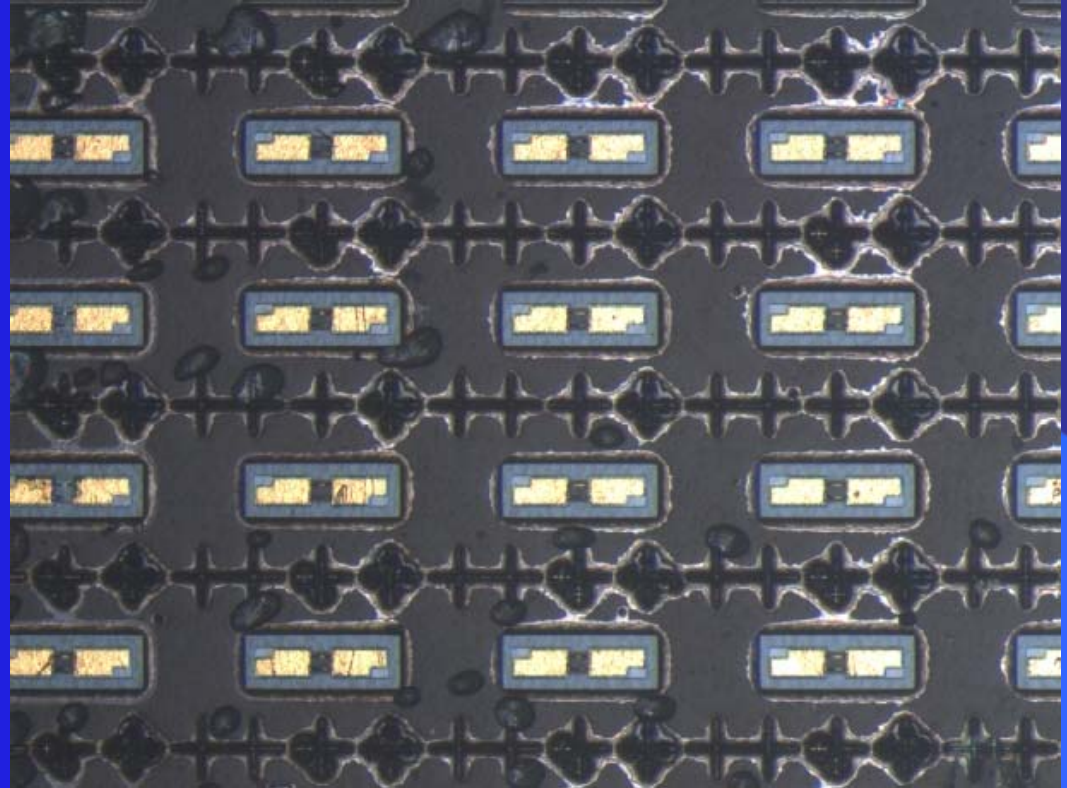
amincissement et séparation



passivation SiN (PECVD)



« découpe » (DRIE)



Sommaire

- LERMA et plateformes technologiques
- Bolomètres à électrons chauds (HEB)
- Diodes Schottky
- **Conclusions et Perspectives**

Conclusions

- LERMA a nombreuses collaborations avec plateformes technologiques
- Filières technologiques françaises de composants submm adaptés et performants existes au LPN

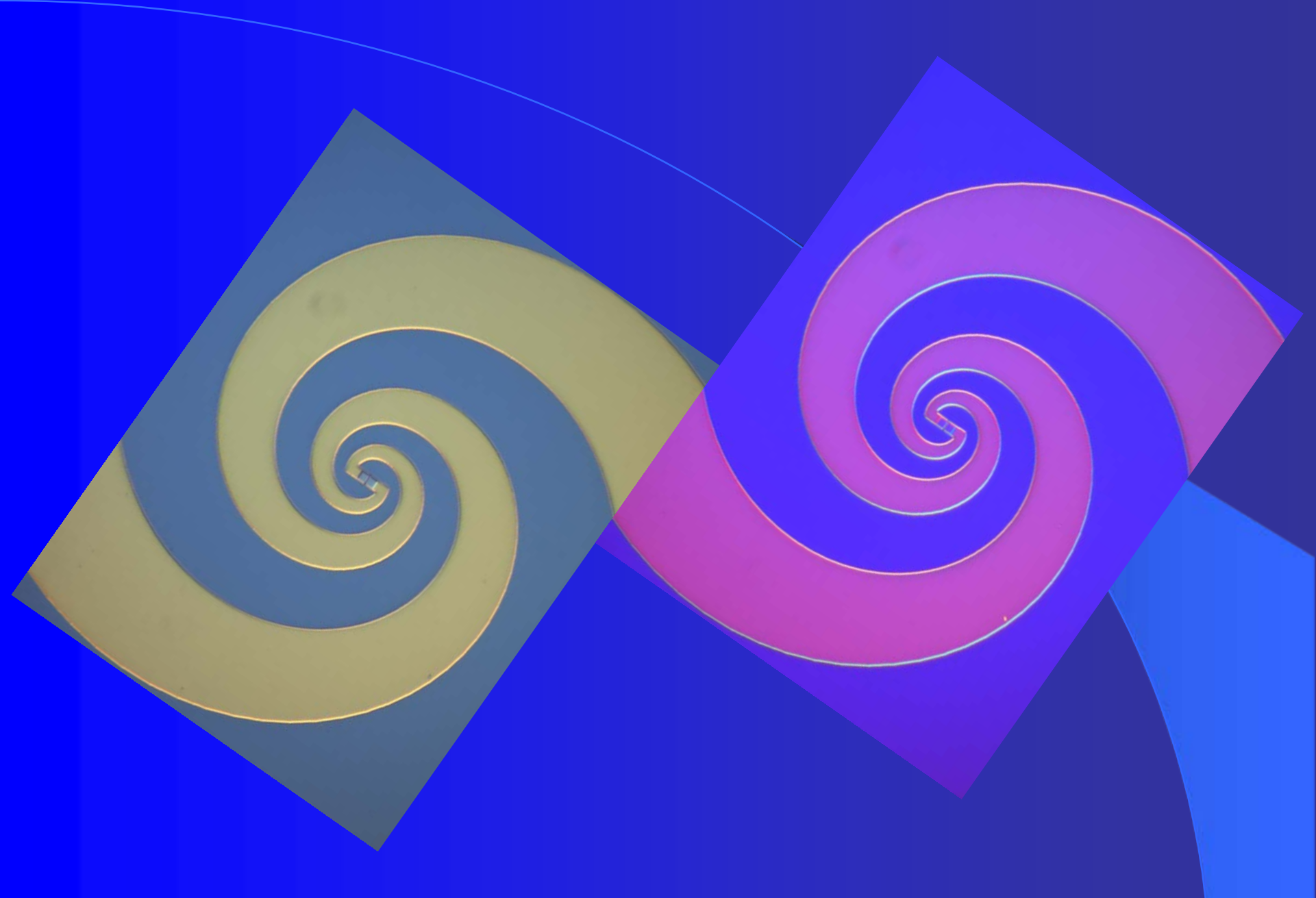
Perspectives

- R&D
 - Recrutement récent personnel IR (Schottky)
 - Nouvelle machine dépôt supraconducteur (HEB et SIS)
- Projets
 - Caméra HEB pour CIDRE (ballon) puis THEO (mini-satellite)
 - Tripleur Schottky pour EJSM (satellite)

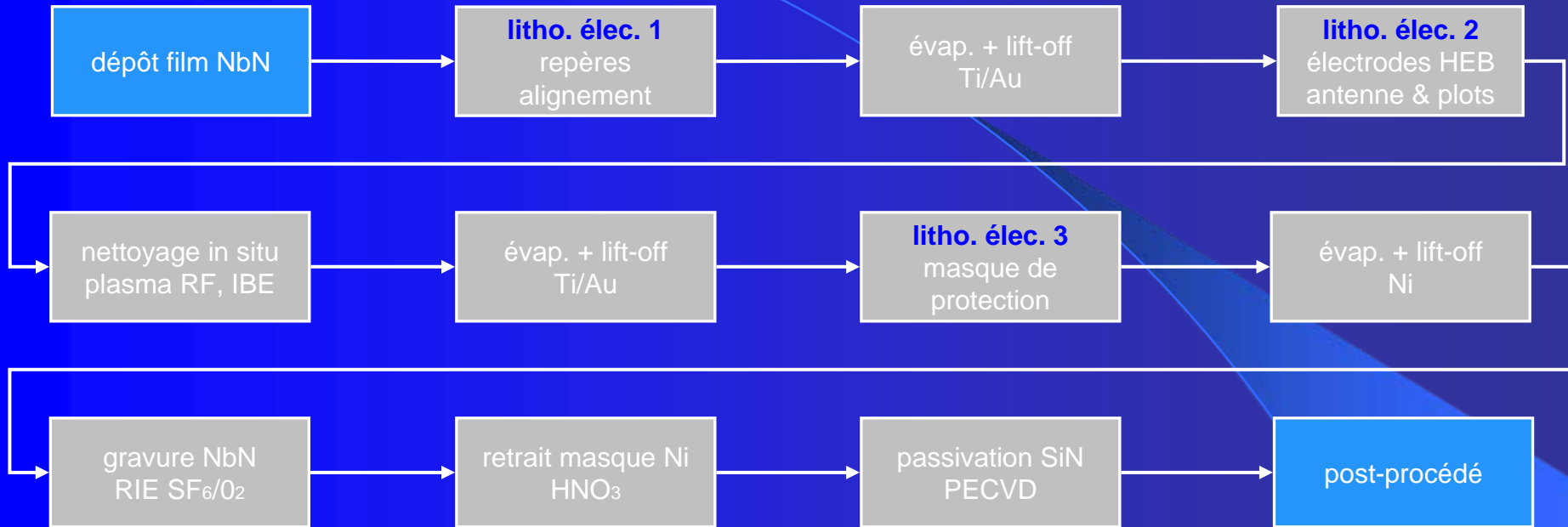
Remerciements

à tous les personnels des plate formes technologiques





HEB : aperçu du procédé de fabrication

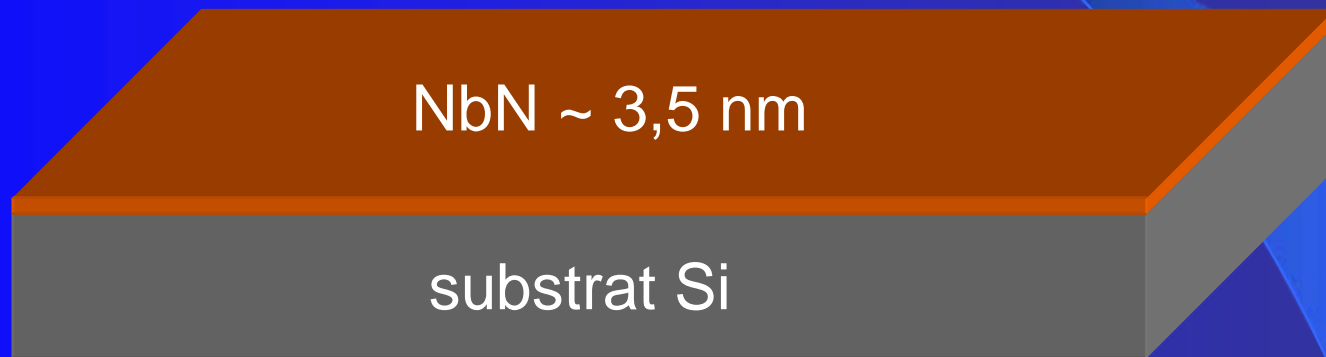


- 3 niveaux de masquage électronique (alignement ~ 50 nm)



HEB : procédé de fabrication

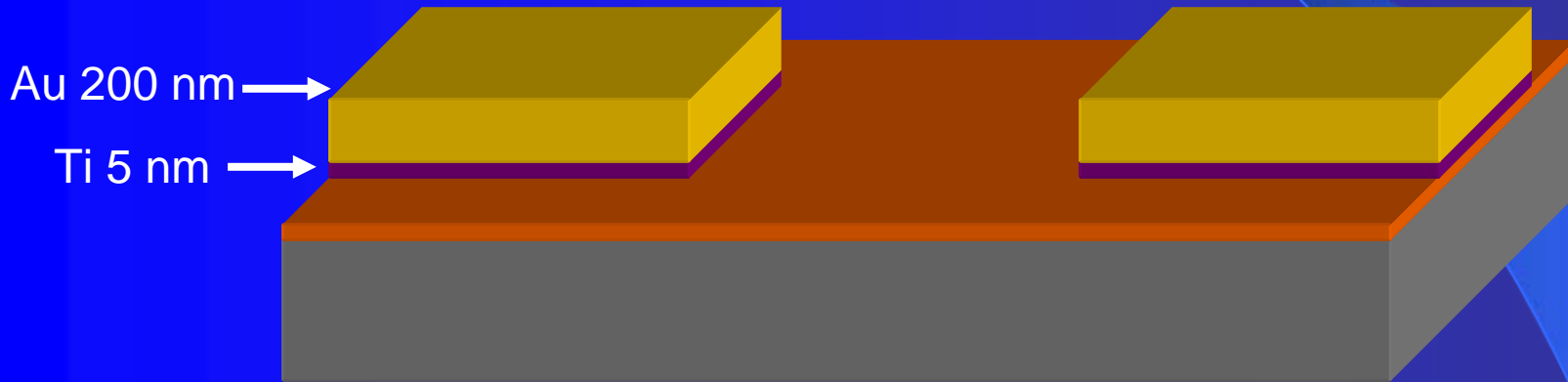
- dépôt du film NbN supraconducteur



- pulvérisation cathodique réactive RF

HEB : procédé de fabrication

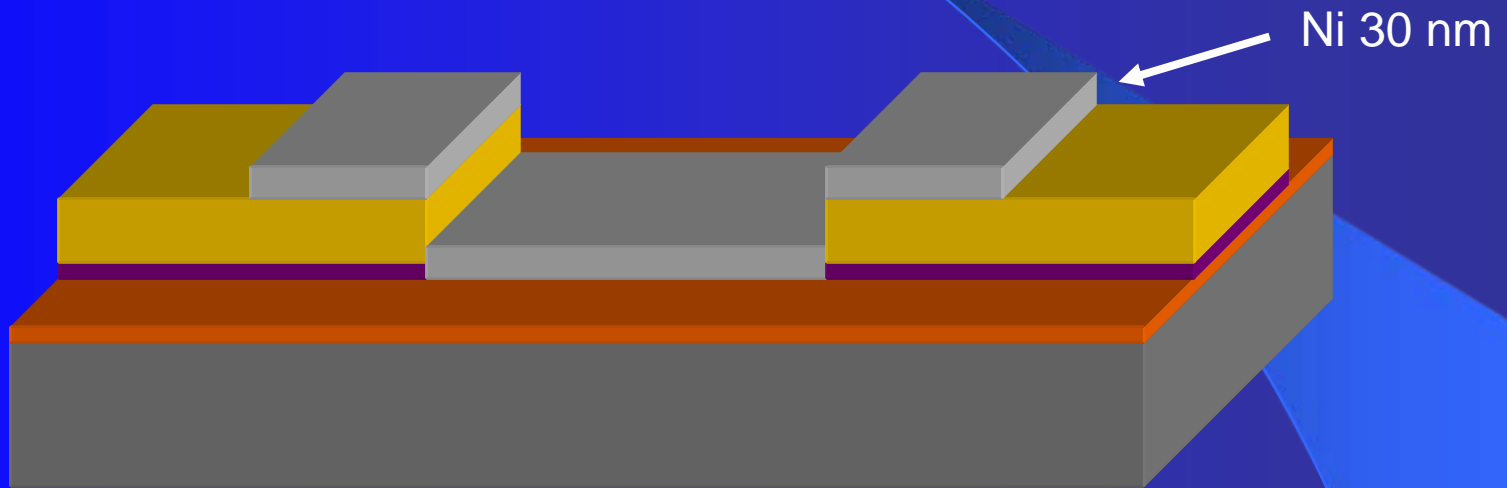
- définition électrodes + antenne + plots contact (même niveau de métallisation)



- lithographie électronique
- nettoyage *in situ* (plasma, IBE)
- dépôt Ti/Au électrodes HEB (évap + liftoff)

HEB : procédé de fabrication

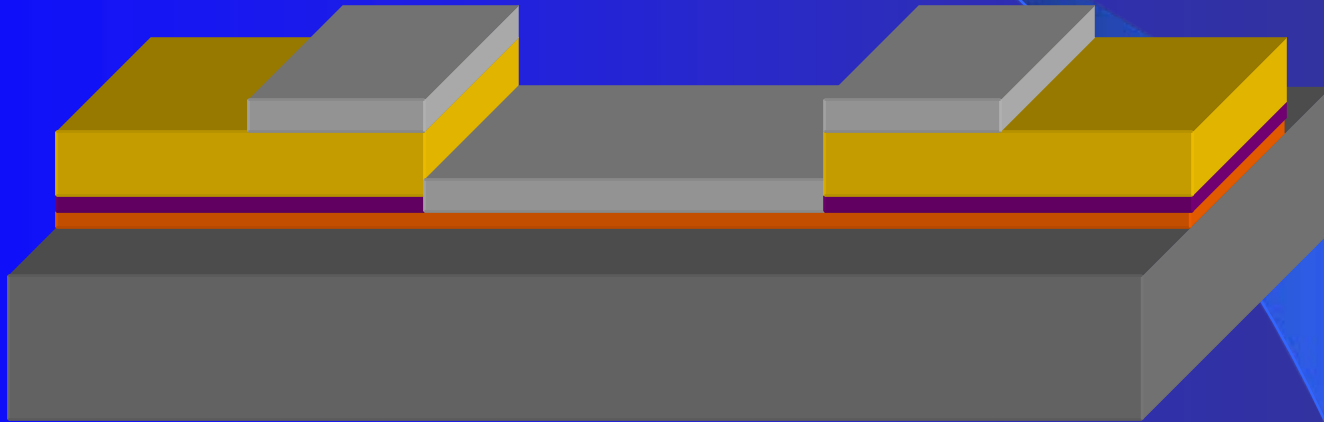
- protection temporaire du HEB



- lithographie électronique
- dépôt masque Ni (évap + liftoff)

HEB : procédé de fabrication

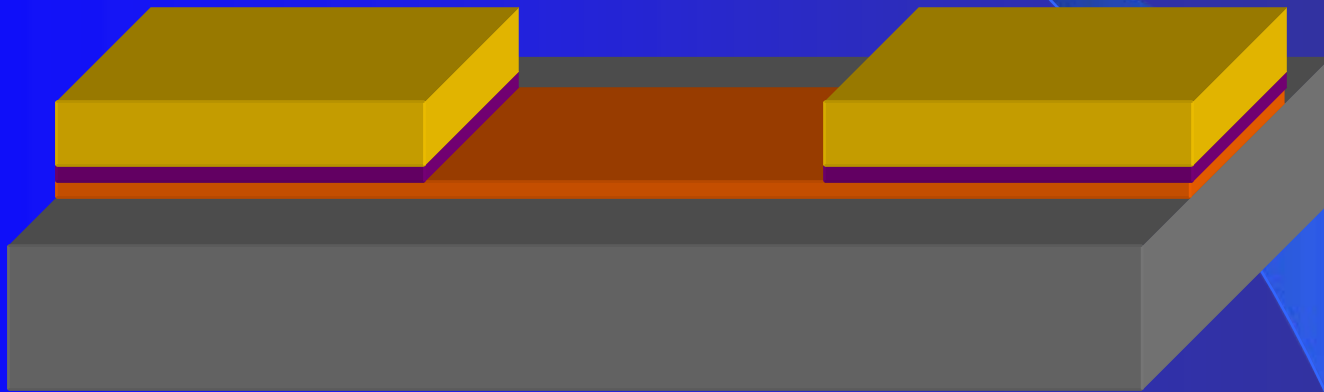
- définition de la largeur du HEB



- gravure sèche (RIE) du NbN non protégé

HEB : procédé de fabrication

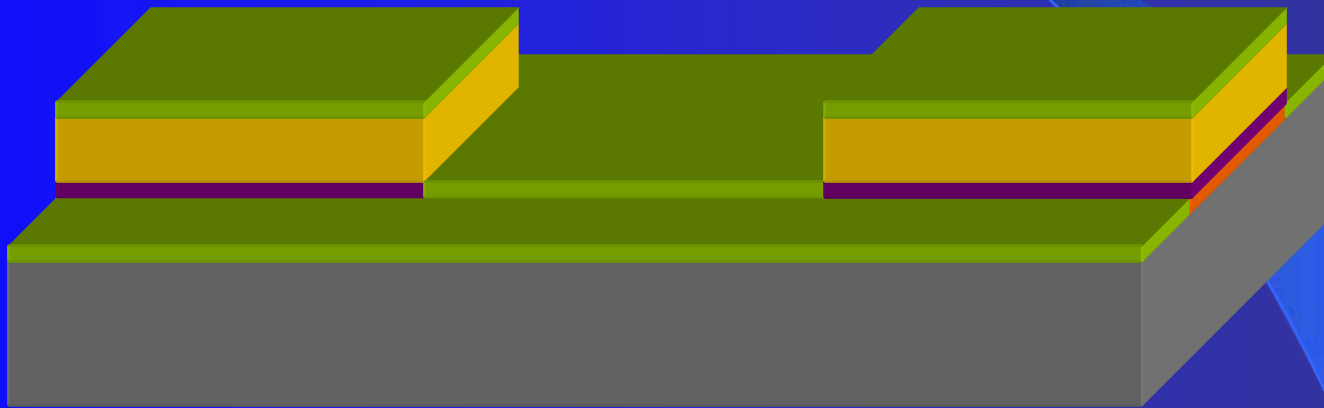
- retrait du masque de Ni



- gravure humide (HN0_3)

HEB : procédé de fabrication

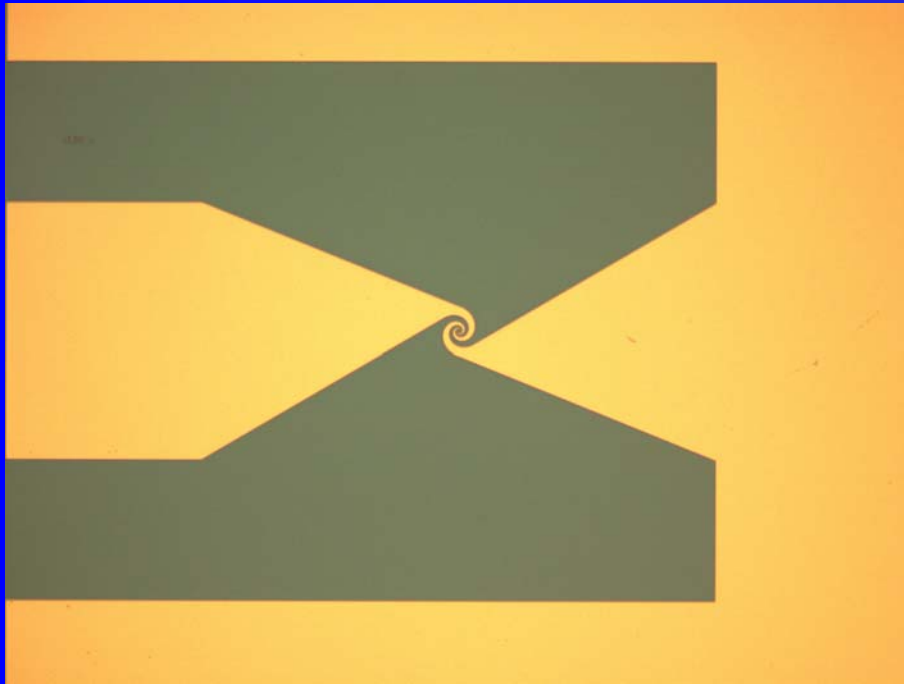
- passivation du composant



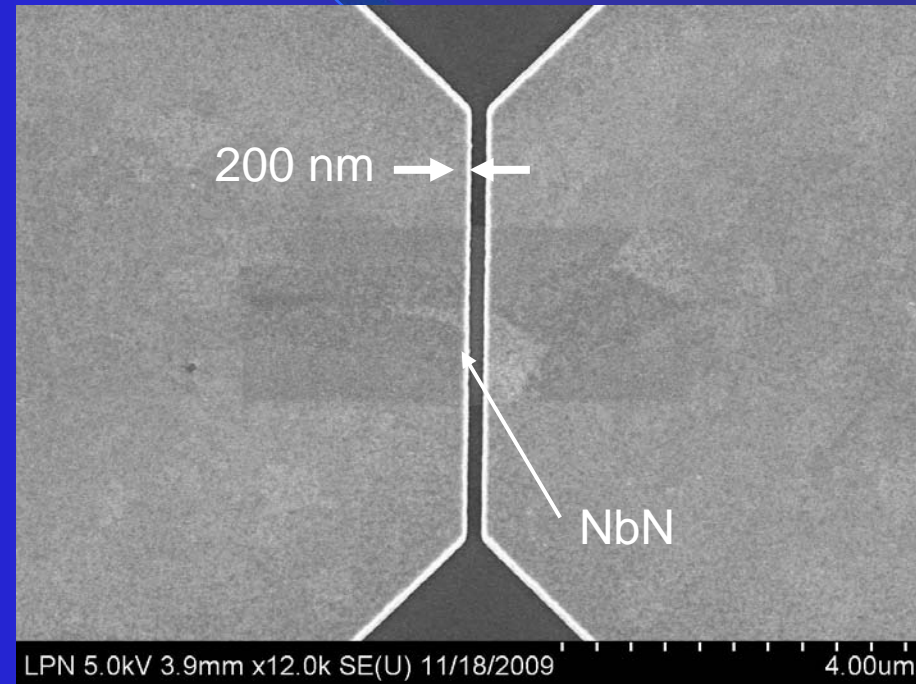
- dépôt SiN (PECVD)

HEB : monopixel

- antenne log-spirale 2,5 THz



- électrodes + pont NbN

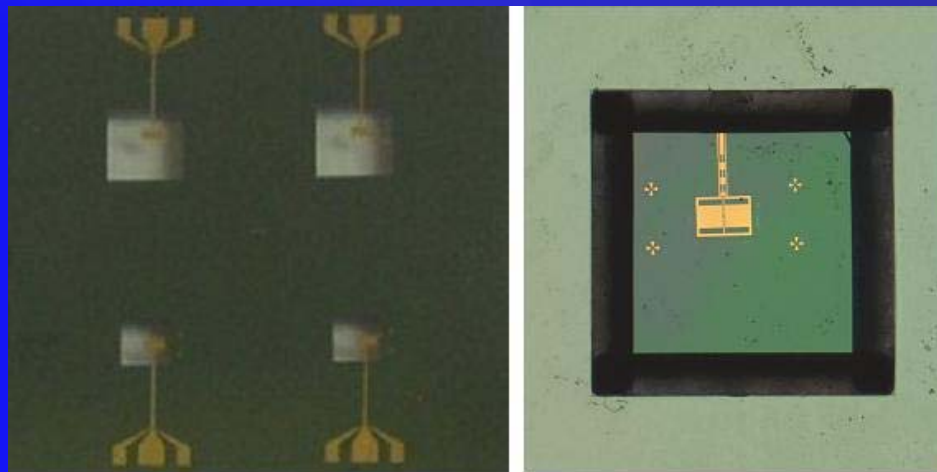
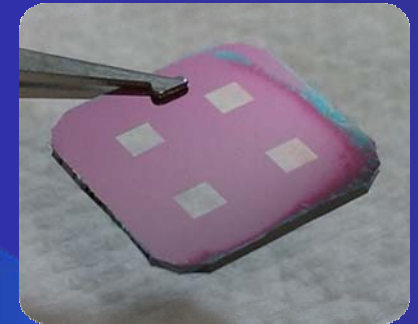
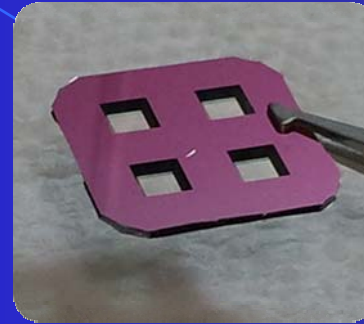


HEB : multipixels

- antennes log-spirale 600 GHz sur Si épais

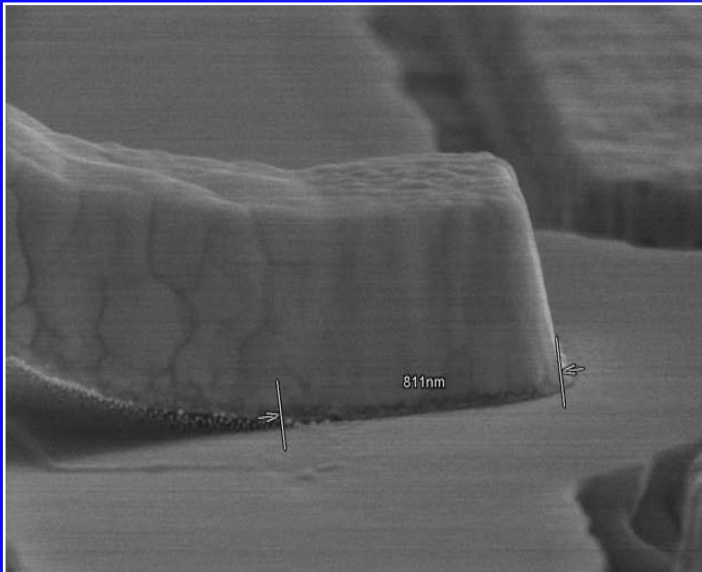


Vers des HEB sur membrane SiN/SiO

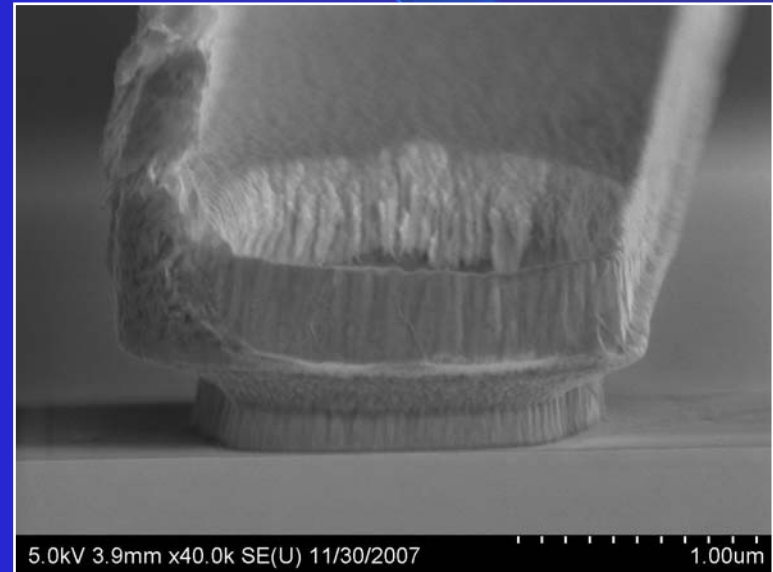


Schottky : types d'anodes

- Anode normale
 - simple et robuste
 - « adapté » pour 183 GHz

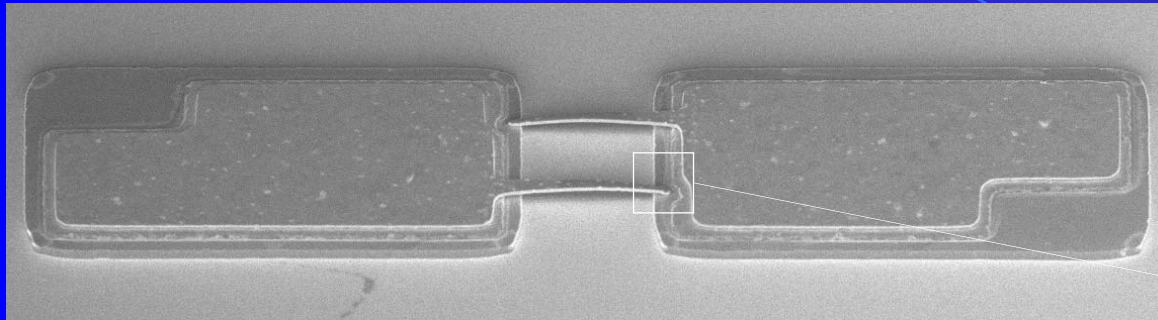


- Anode en T
 - réduit surface active
 - conserve largeur du pont à air

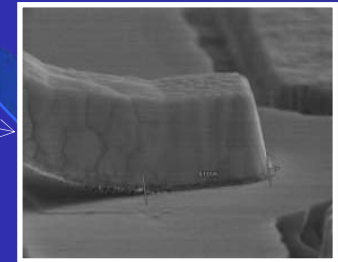


Schotkky : circuits réalisés

→ Circuit mélangeur à 330GHz



- paire d'anodes anti-parallèles
- surface de l'anode : $0,8\mu\text{m}^2$
- taille : $180\mu\text{m} \times 62\mu\text{m}$
- membrane de GaAs $10\mu\text{m}$



→ Circuit « MMIC » mélangeur à 183GHz



- paire d'anodes anti-parallèles
- surface de l'anode : $1,8\mu\text{m}^2$
- taille du composant : $4\text{mm} \times 280\mu\text{m}$
- membrane de GaAs $50\mu\text{m}$

- ⇒ présence du filtre RF sur la membrane de GaAs
- ⇒ faciliter le montage des blocs de tests

