

# Génération et modulation de

## signaux millimétriques avec des lasers DFB co-intégrés sur verre

Nisrine Arab, Lionel Bastard et Julien Poëtte

Laboratoire IMEP-LAHC, Grenoble

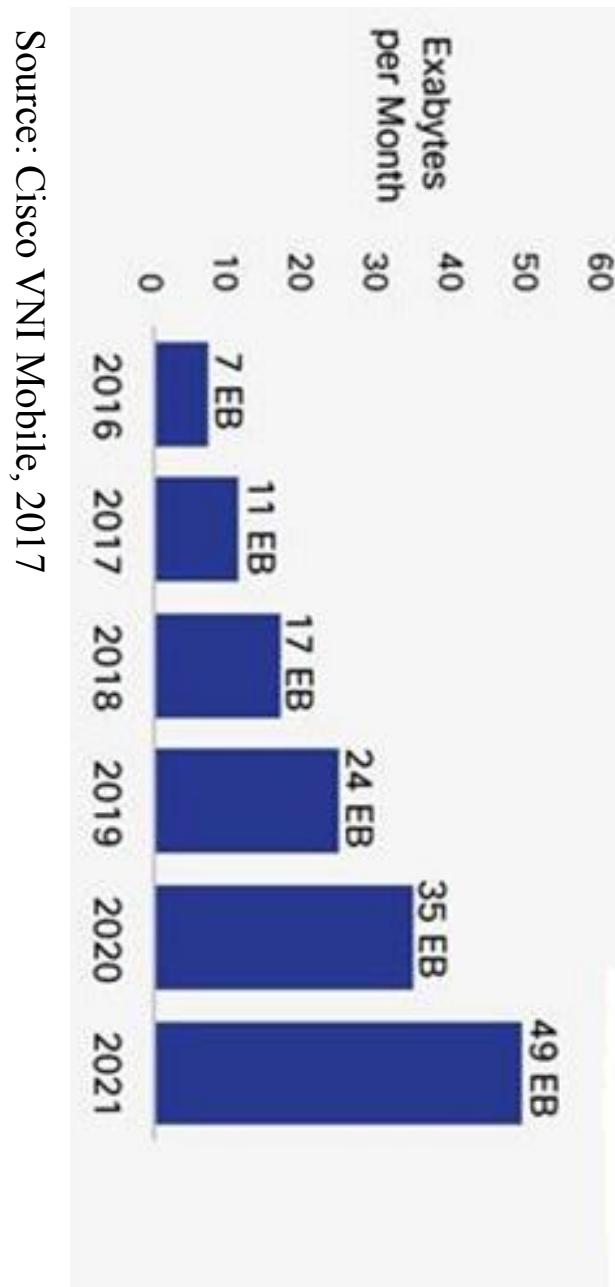
[arabn@minatec.grenoble-inp.fr](mailto:arabn@minatec.grenoble-inp.fr)

3 Juillet 2017

# Introduction

Prévisions de Cisco:

Volume des données mobiles = 49Exabytes/mois en 2021!!

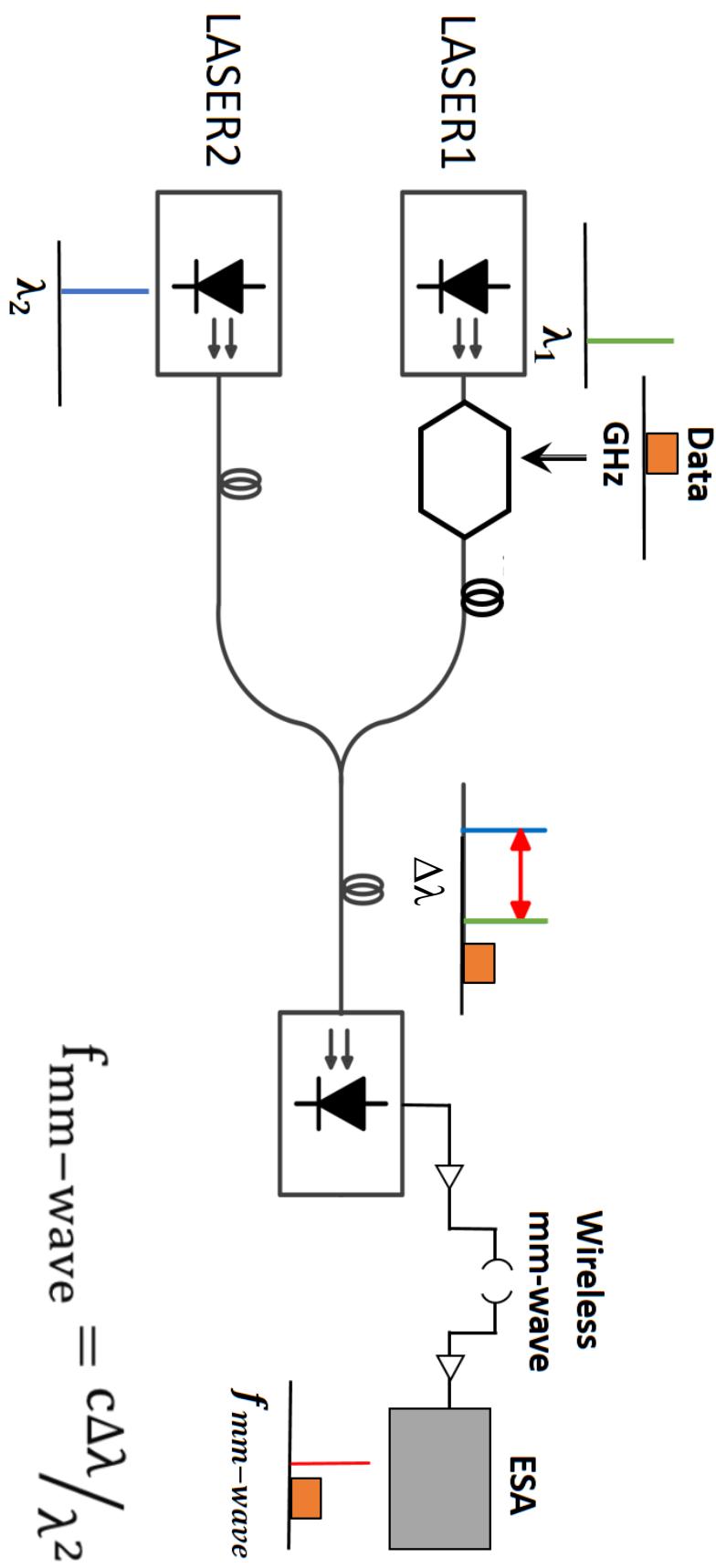


Source: Cisco VNI Mobile, 2017

# Techniques de génération des fréquences millimétriques

- Technique électrique
  - Modulation ( Bande passante limitée)
- Techniques optiques
  - Laser à verrouillage de mode (Largeur de raie **>100kHz, sensibilité élevée**)
- Battrement des lasers monomodes (**Largeur de raie > 1MHz**)

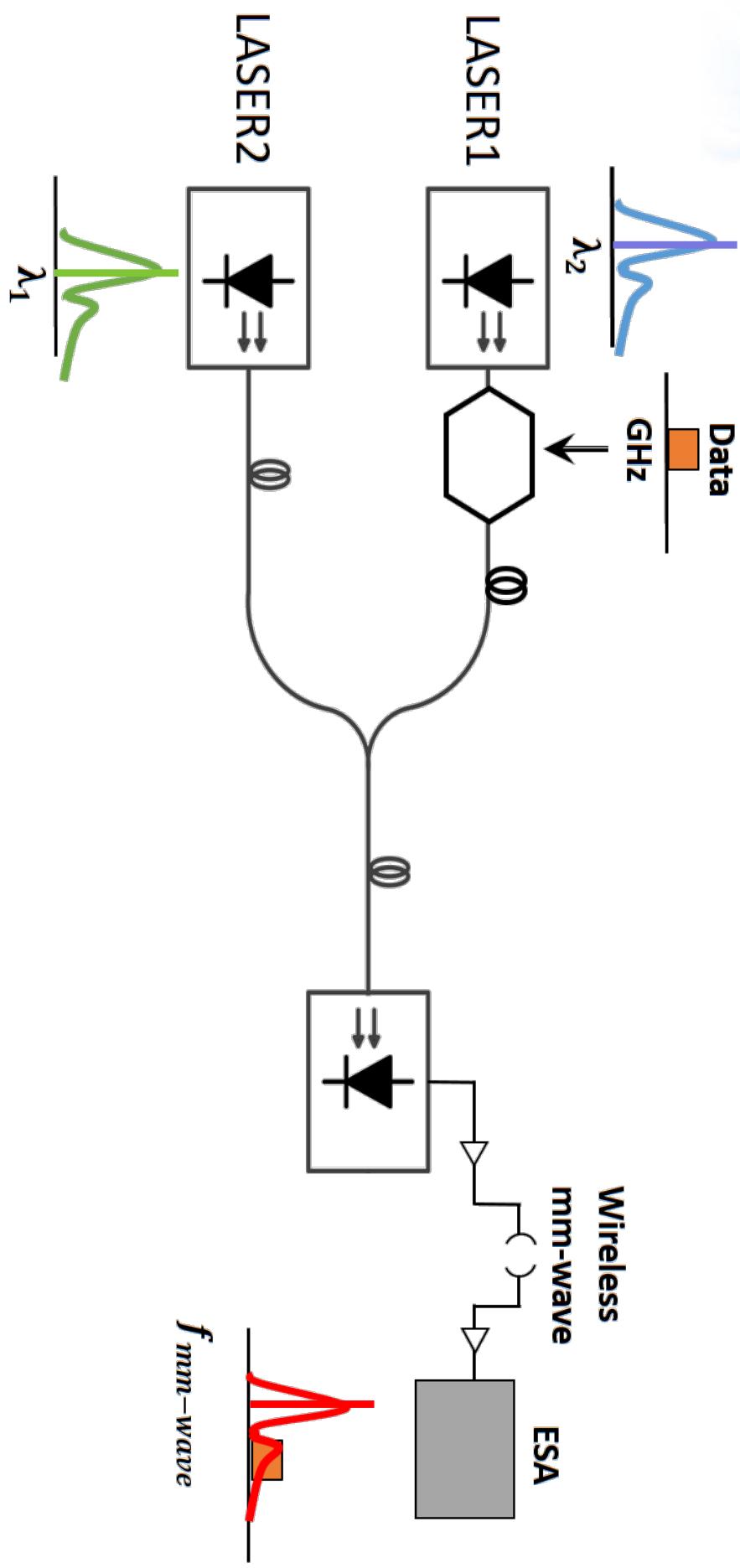
# Génération de porteuse à fréquences millimétriques par battement des lasers monomodes



$$f_{mm-wave} = c \Delta\lambda / \lambda^2$$

Fréquences millimétriques (30GHz - 300GHz)  $\rightarrow$  0.24nm - 2.4nm

# Battement des lasers semi-conducteurs



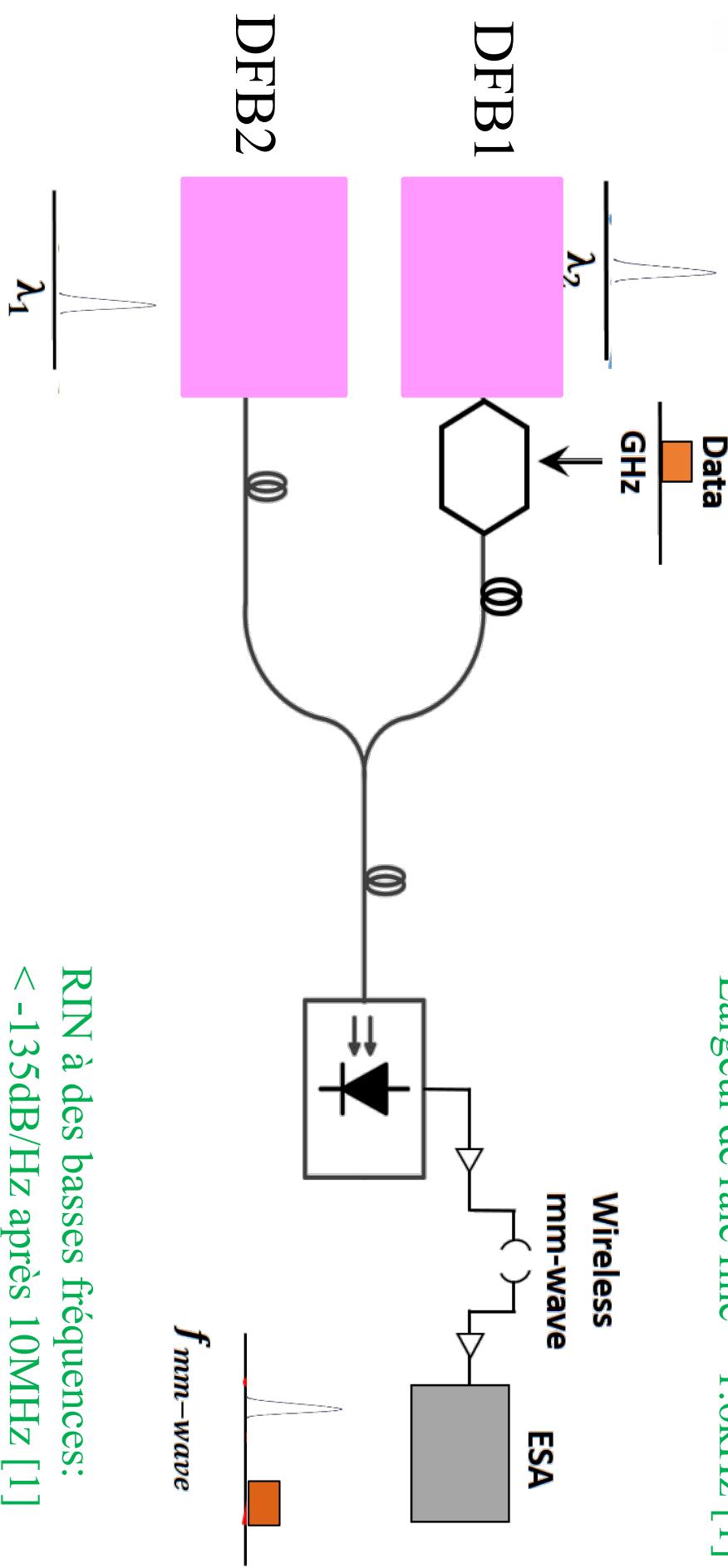
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 642355

5



# Battement des lasers DFB sur verre

Largeur de raie fine = 1.6kHz [1]



RIN à des basses fréquences:  
 $< -135\text{dB/Hz}$  après 10MHz [1]

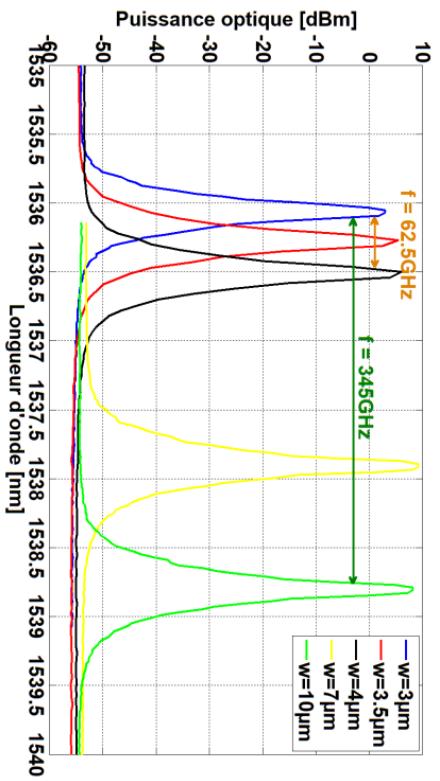
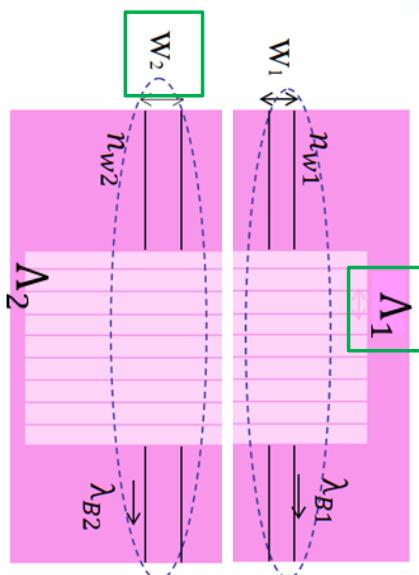
[1]- N. Arab, L. Bastard, J. Poëtte; "Co-integration of two DFB lasers on glass for millimeter-wave generation". Proc. SPIE 10106, Integrated Optics: Devices, Materials, and Technologies XXI, 1010605, 2017

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 642355

# Quelles fréquences peut-on générer?

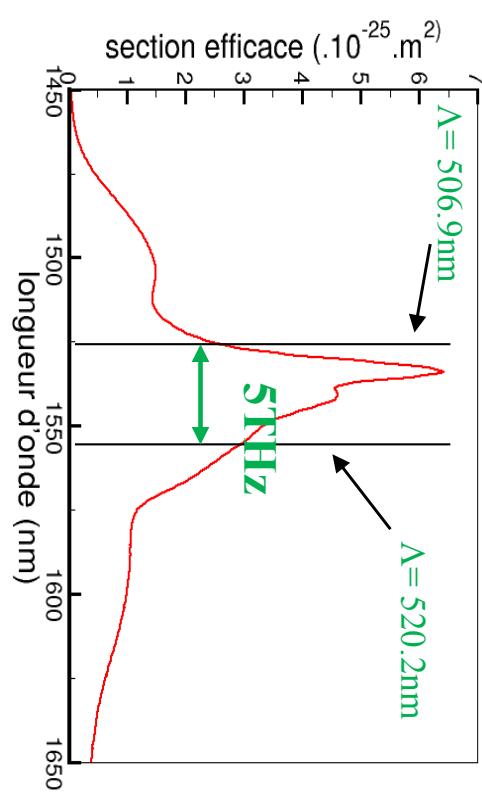
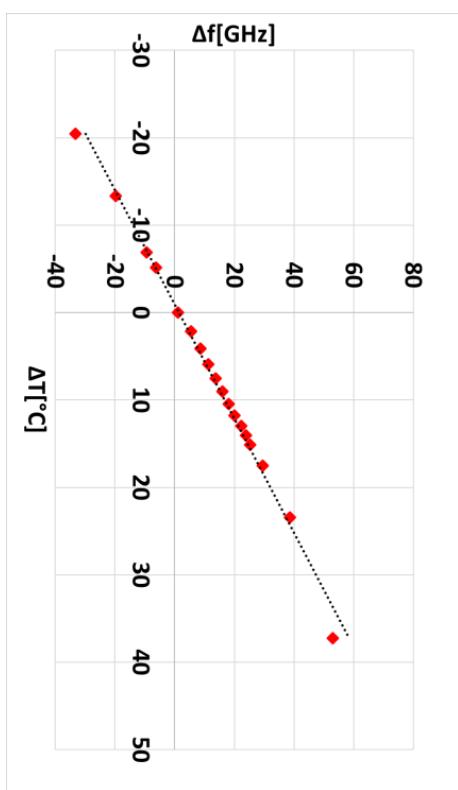
IMEP-LAHC

$$\lambda = 2n_{eff}\Lambda$$



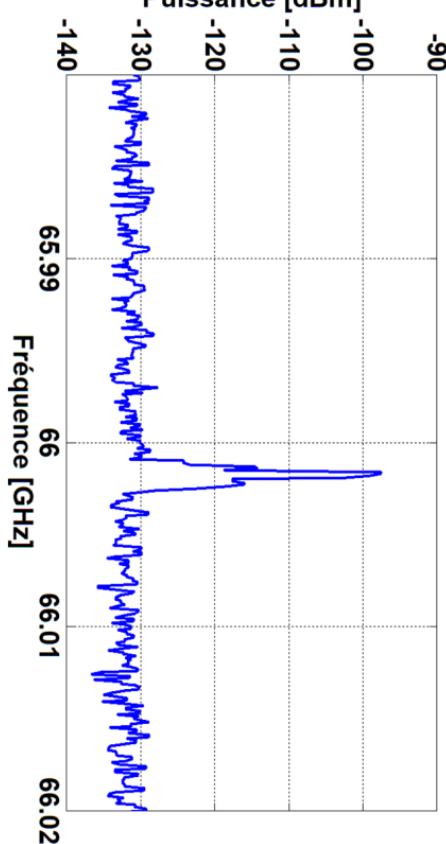
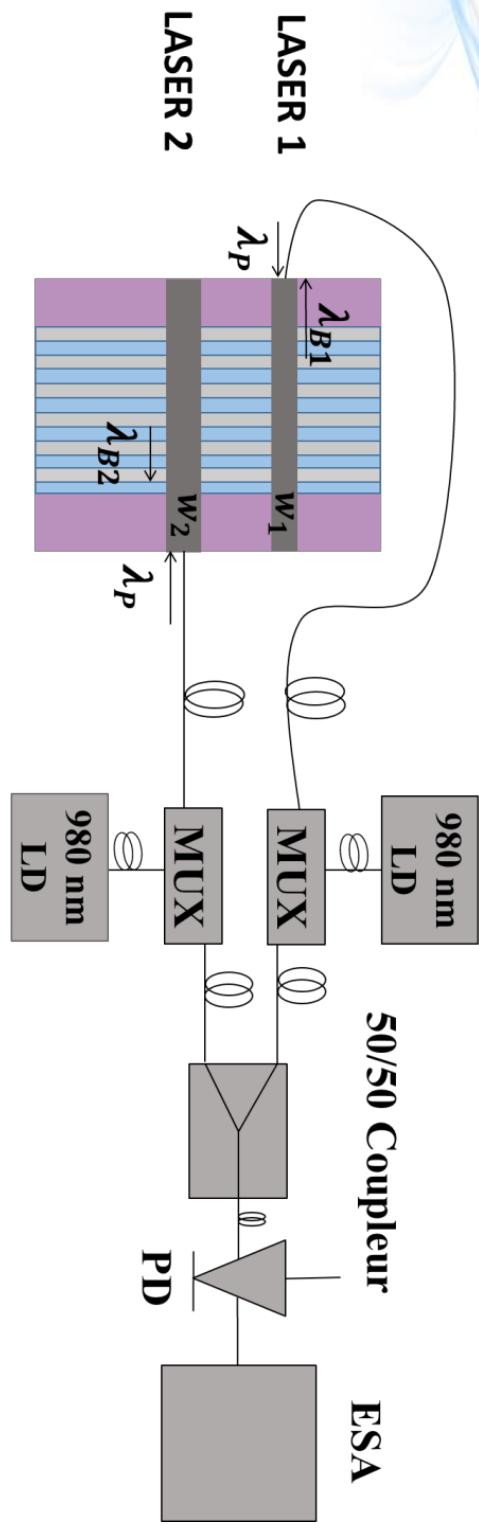
>300GHz en variant w

≈100GHz d'accordabilité avec T



≈5THz en variant Λ

# 1ère mesure du battement: Lasers placés sur un banc optique

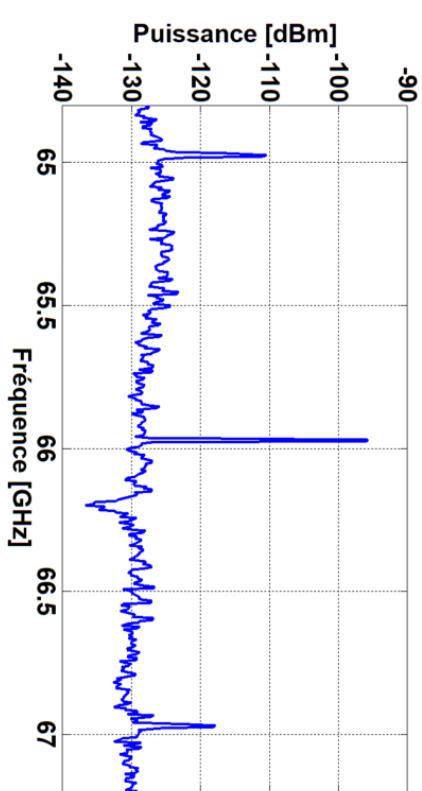
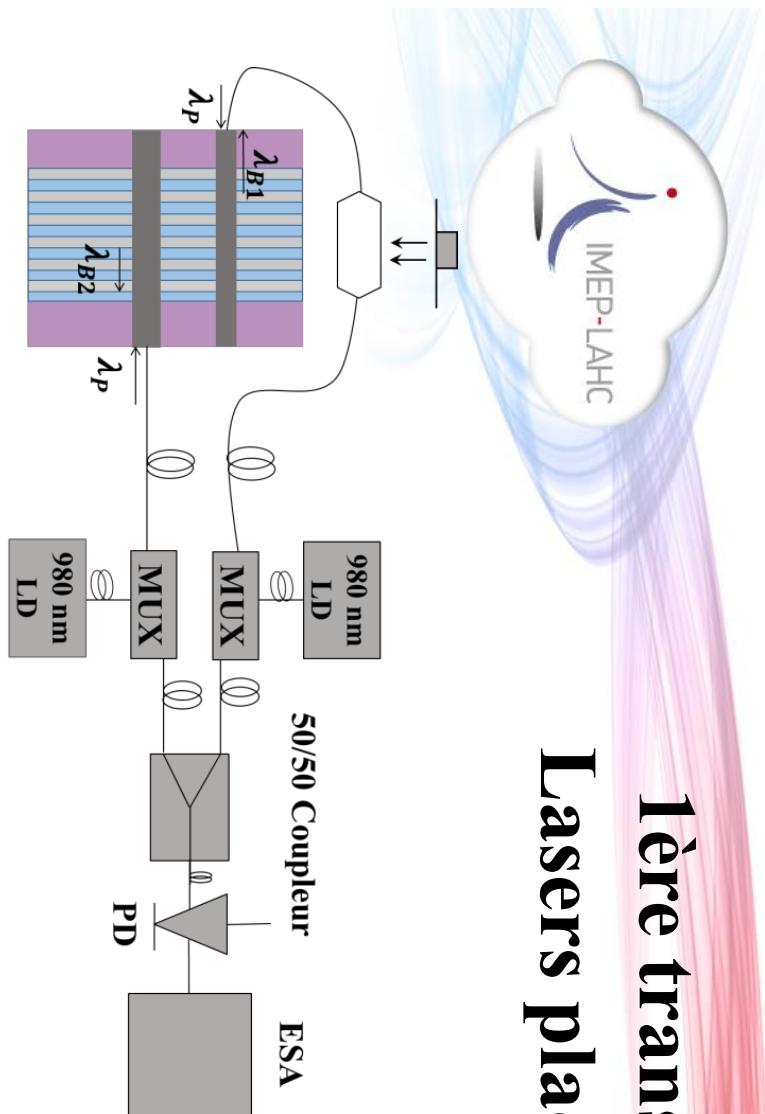


- Largeur de raie du battement estimée < 70kHz
- Dérive en fréquence > 1GHz!!

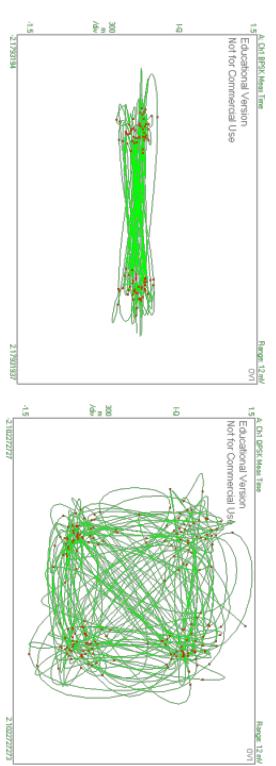


# 1ère transmission de données: Lasers placés sur un banc optique

IMEP-LAHC



## 1ère transmission des données à 66GHz avec des lasers sur verre



Format	Débit max. (Mb/s)	EVM (%)	Back-to-back EVM (%)
BPSK	100	25.5	5
QPSK	300	28.7	-

# Discussion

- Premières estimations: largeur de raie du battement < 70kHz.
- Débits limités à cause de la dérive en fréquence  $> 1\text{GHz}!!$

## Causes possibles

### Instabilités mécaniques

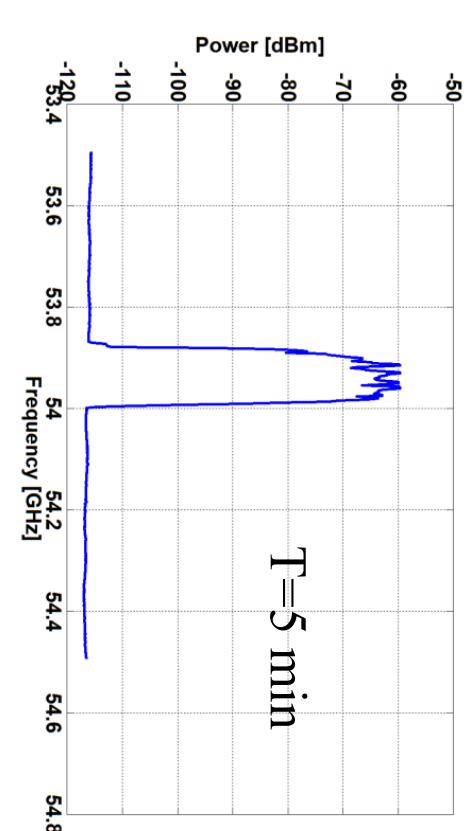
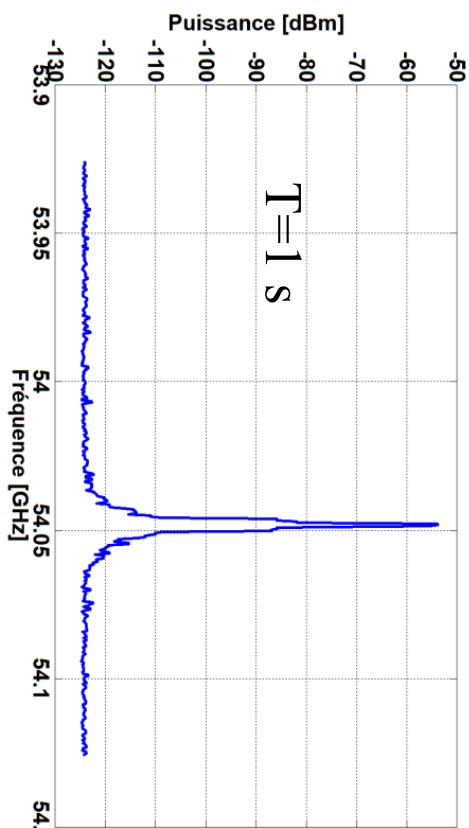
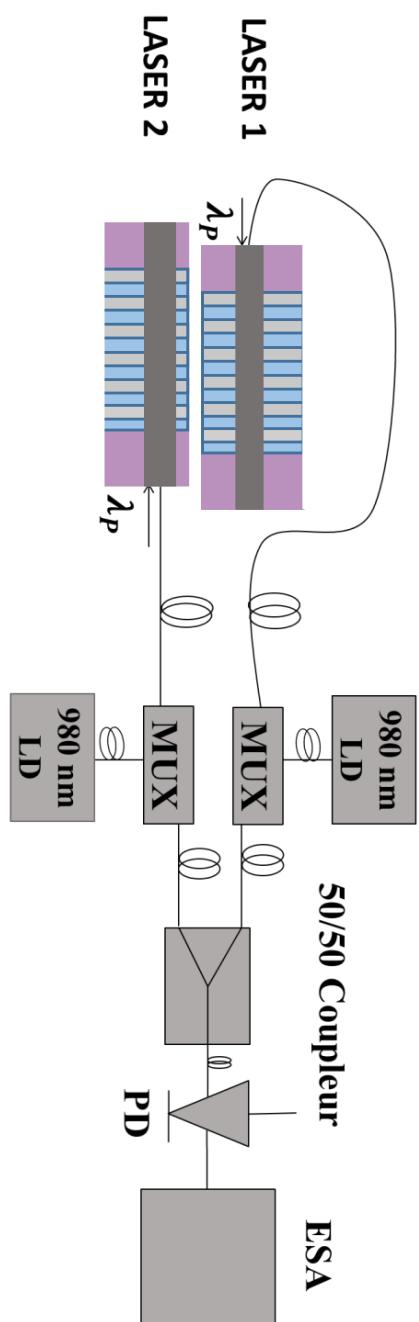
## Solutions proposées

### Connectorisation fibre-laser

- Variations thermiques
- Mise en place du système de contrôle de la température



# 2nde mesure du battement: Lasers connectorisés et mis sur deux peltiers

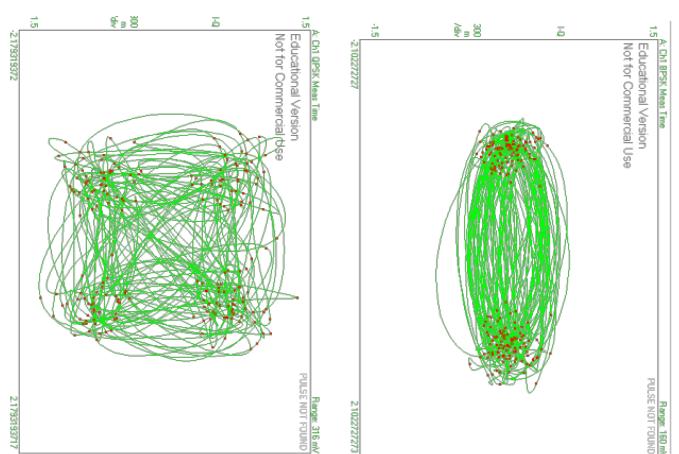
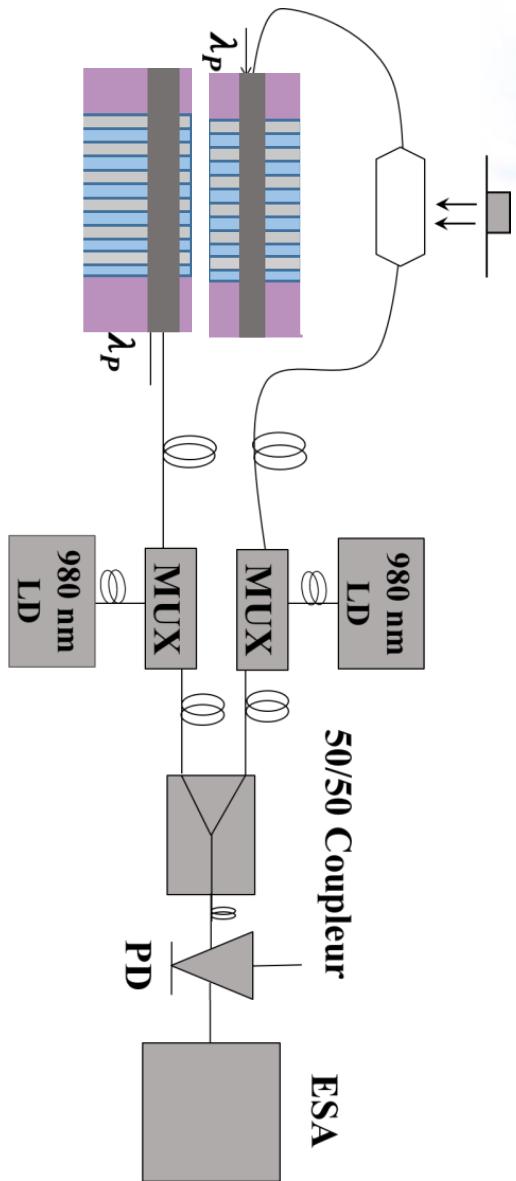


Largeur de raie du battement estimée < 5kHz!

Réduction de la dérive en fréquence jusqu'à  $\approx 150\text{MHz}$  en 5mins!



# 2nde transmission de données: Lasers connectorisés et mis sur deux peltiers



Format	Débit max. (Mb/s)	EVM (%)	Back-to-back EVM (%)
BPSK	<del>100</del>	500	<del>25.5</del> 21.6
QPSK	<del>300</del>	1000	<del>28.7</del> 29.8

# Discussion

- Réduction de la dérive en fréquence jusqu'à 150MHz!
- Améliorations au niveau de la transmission des données mais toujours limitée!

## Causes possibles

Variations thermiques résiduelles ( $<0.1^\circ\text{C}$ )

## Solutions proposées

Co-intégration et minimization de la distance laser-laser

## Packaging industriel



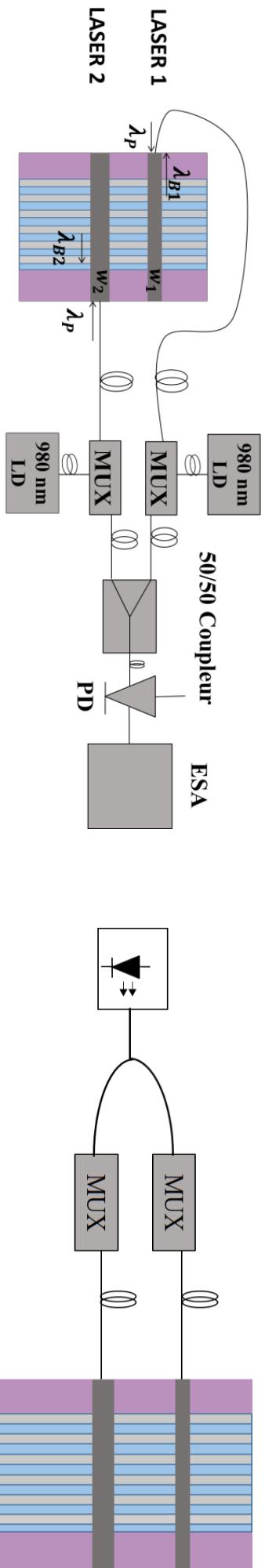
# Conclusions

Réalisation des lasers sur verre pour la génération des fréquences millimétriques.

- Possibilité de générer entre 1GHz et 5THz.
- Largeur spectrale < 5kHz.
- Dérive en fréquence = 150 MHz / 5 min

## Perspectives

Réduction de la dérive en fréquence





# Merci pour votre attention!!

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under

the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 642355

15

Marie Skłodowska-Curie  
Actions

