

"ENJEUX SUR LA CONCEPTION ET L'INTÉGRATION D'ANTENNES POUR LES FUTURS SYSTÈMES 5-6G"

FRANÇOIS GALLEE, PATRICE PAJUSCO,
CAMILLA KARNFELT, CHRISTIAN PERSON



SOMMAIRE

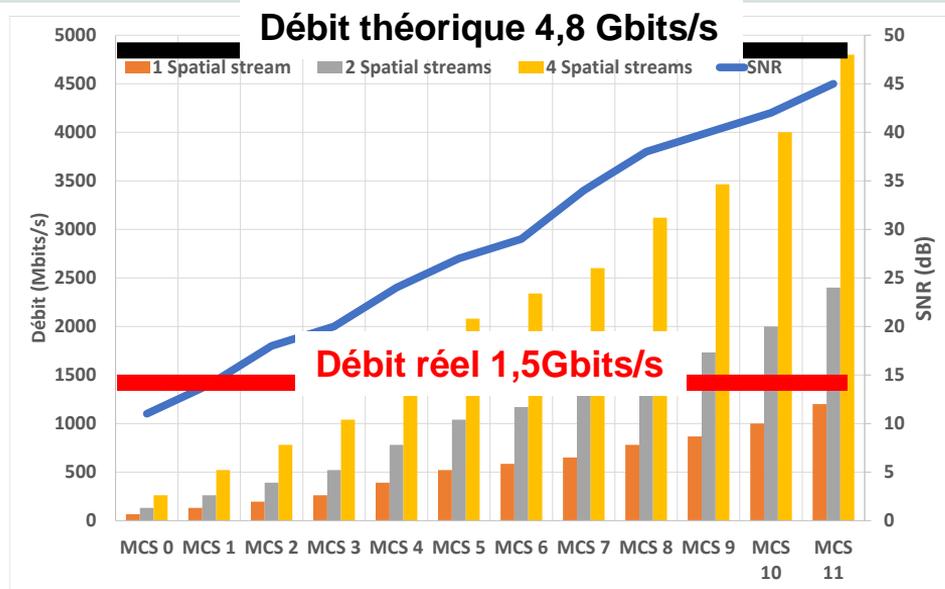
1. CONTEXTE
2. SONDAGE DE CANAL
3. SYSTÈMES ANTENNAIRES EN BANDE MMW
4. ANTENNES EN TECHNOLOGIES ADDITIVES
5. CONCLUSION & PERSPECTIVES

WIFI 6 : 802.11.ax

Bande de fréquence : 5GHz

Bande passante 160MHz

MCS index	Modulation	Codage
MCS 0	BPSK	1/2
MCS 1	QPSK	1/2
MCS 2	QPSK	3/4
MCS 3	16-QAM	1/2
MCS 4	16-QAM	3/4
MCS 5	64-QAM	2/3
MCS 6	64-QAM	3/4
MCS 7	64-QAM	5/6
MCS 8	256-QAM	3/4
MCS 9	256-QAM	5/6
MCS 10	1024-QAM	3/4
MCS 11	1024-QAM	5/6



➤ Appauvrissement du nombre de multi-trajets avec la montée en fréquence



Moins de flux spatiaux exploitables

➤ Contraintes sur les antennes :

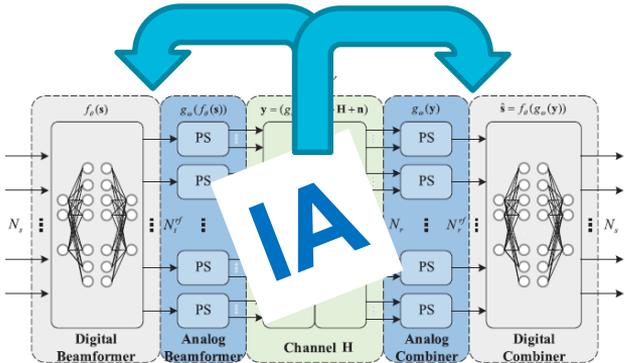
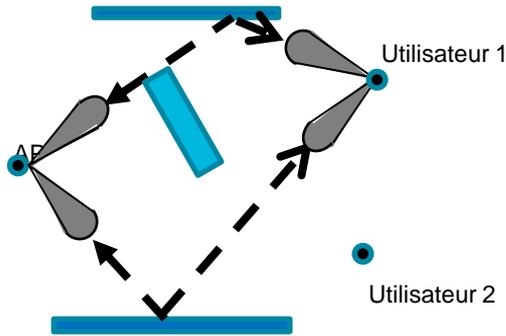
- ✓ Dimensions maximales du dispositif
- ✓ Nombre d'antennes
- ✓ Distance entre antennes
- ✓ Diagramme de rayonnement



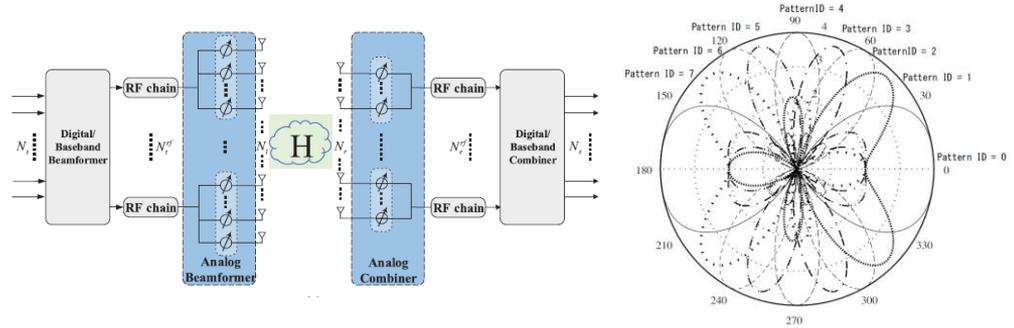
Impacts sur :

- ✓ la corrélation des signaux
- ✓ Nombre maximum de signaux exploités
- ✓ la puissance reçue
- ✓ Le SNR

la formation de faisceau



➤ Intégration de « codes book » prédéfinis permettant de générer différents faisceaux



➤ Enjeux au niveau de la couche physique :

- une connaissance plus précise du canal de propagation



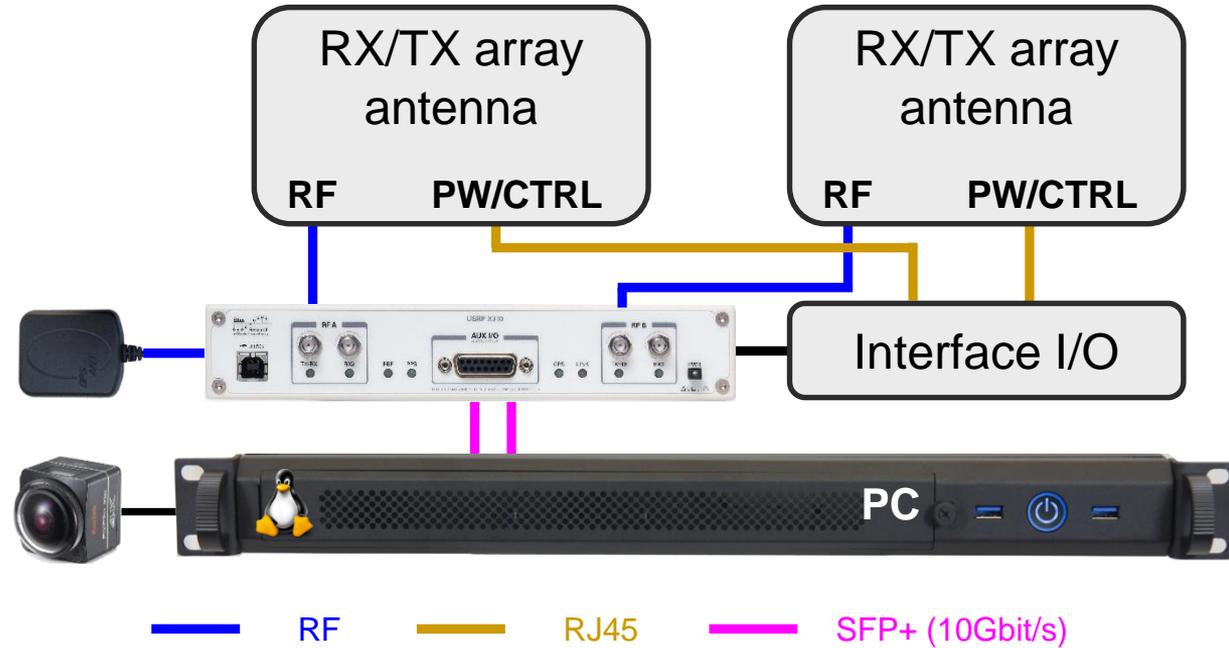
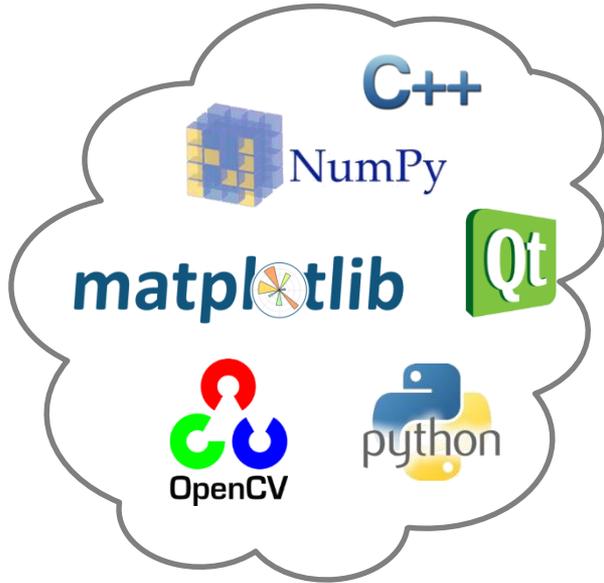
Sondage de canal

- Le numérique au cœur de l'antenne

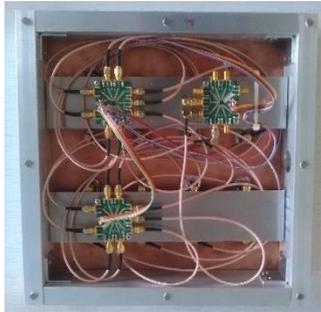
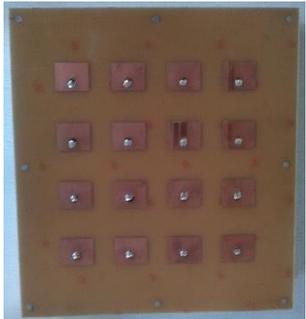


Technologies pour intégration des modules

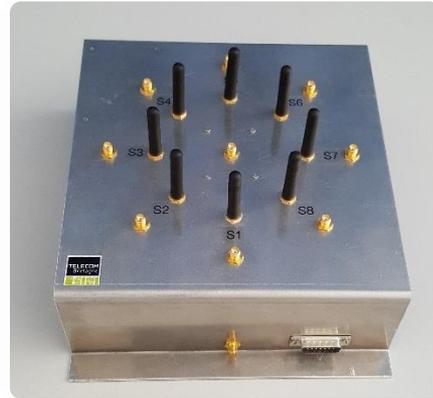
- Software defined radio system



■ Quelques prototypes antennaires



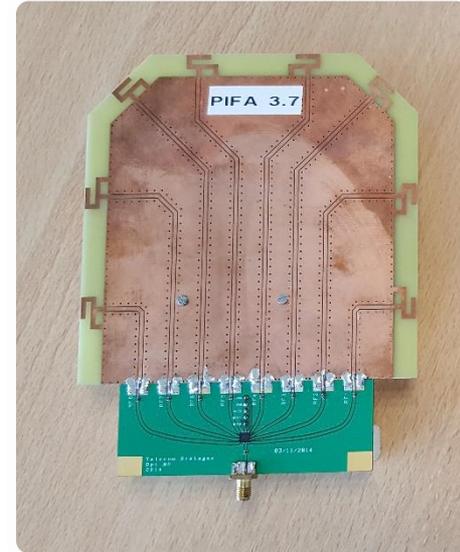
Réseau planaire
(2,45 GHz)



Réseau circulaire
(2,45GHz)

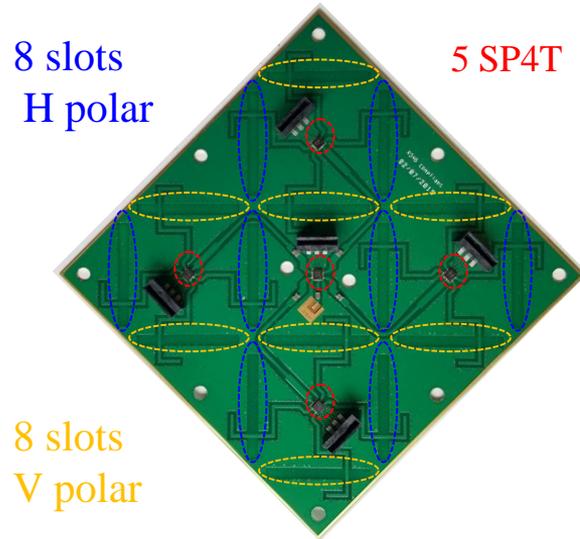


Réseau patch intégré
(2,45 GHz)

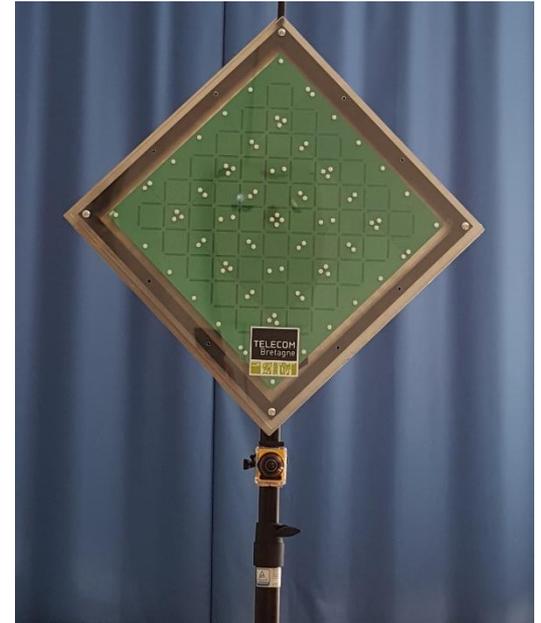
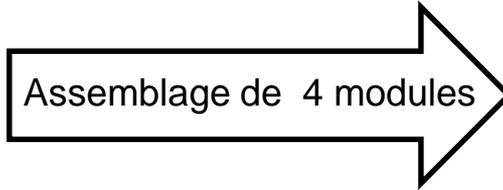


Réseau d'antennes intégrées
(3,7 GHz)

- Conception d'un réseau 64 éléments double polarisation



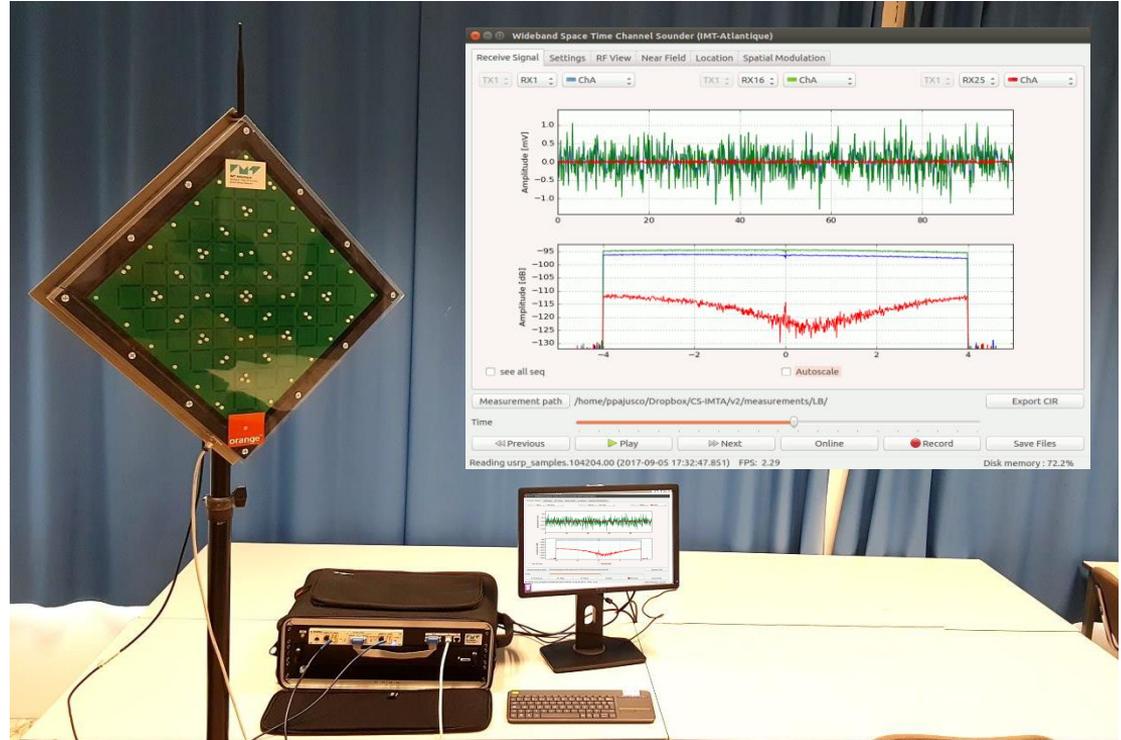
Module élémentaire



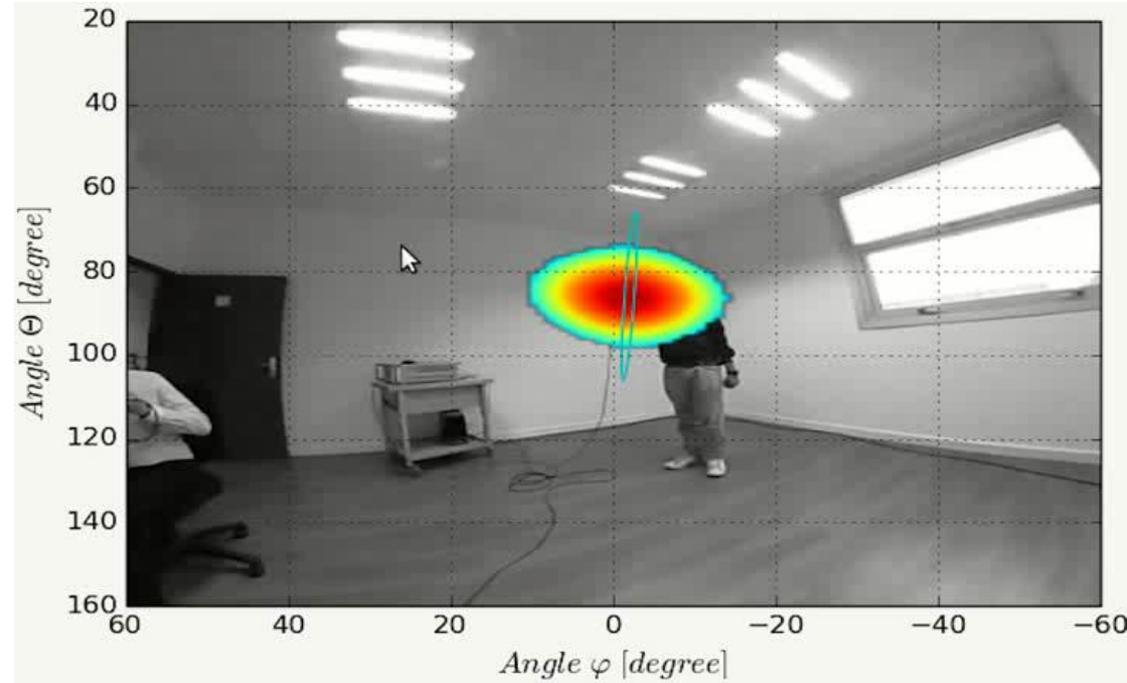
Sondage de canal

Description de l'équipement

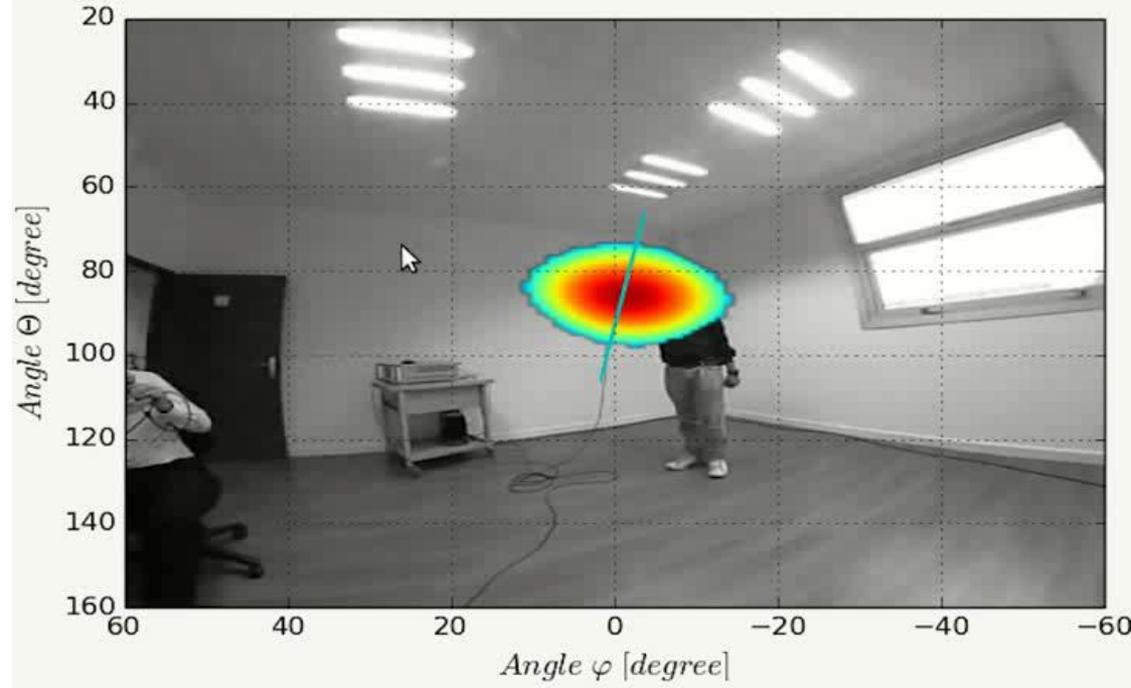
- 50 MHz → 6 GHz
- Bandwidth ~100 MHz
- MIMO capacity
- Graphic Interface
- Real-time display
- Compact Rack 3U
- Simplified wiring
- Consumption ~150 W
- Weight ~13 Kg



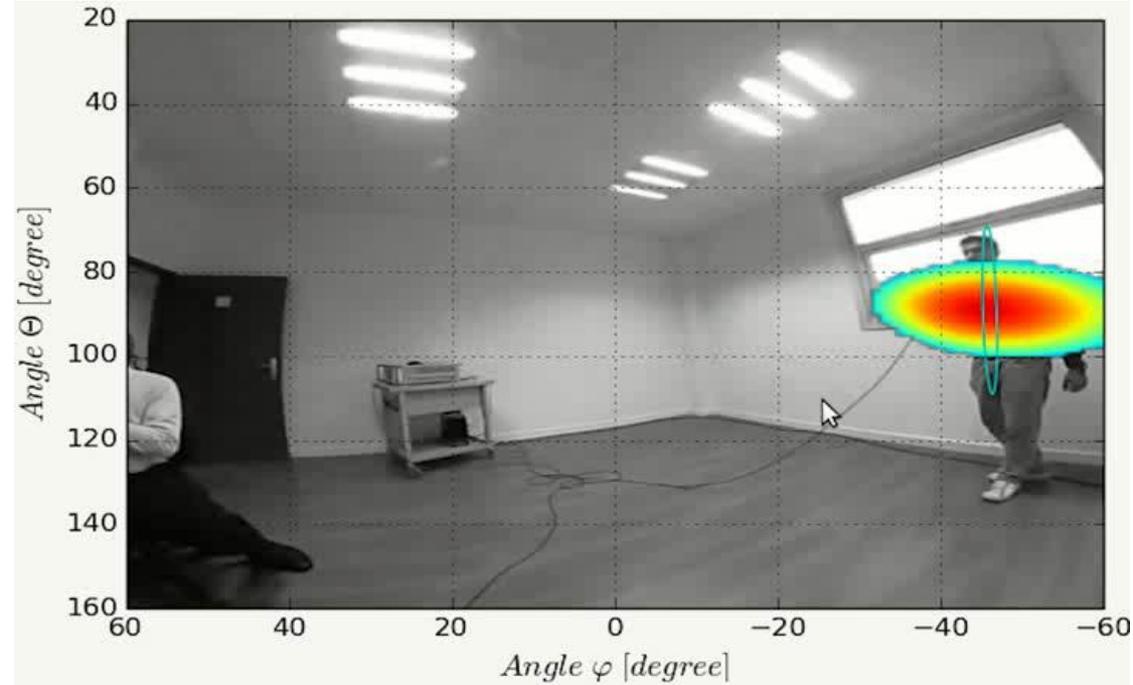
- Direction des angles d'arrivées



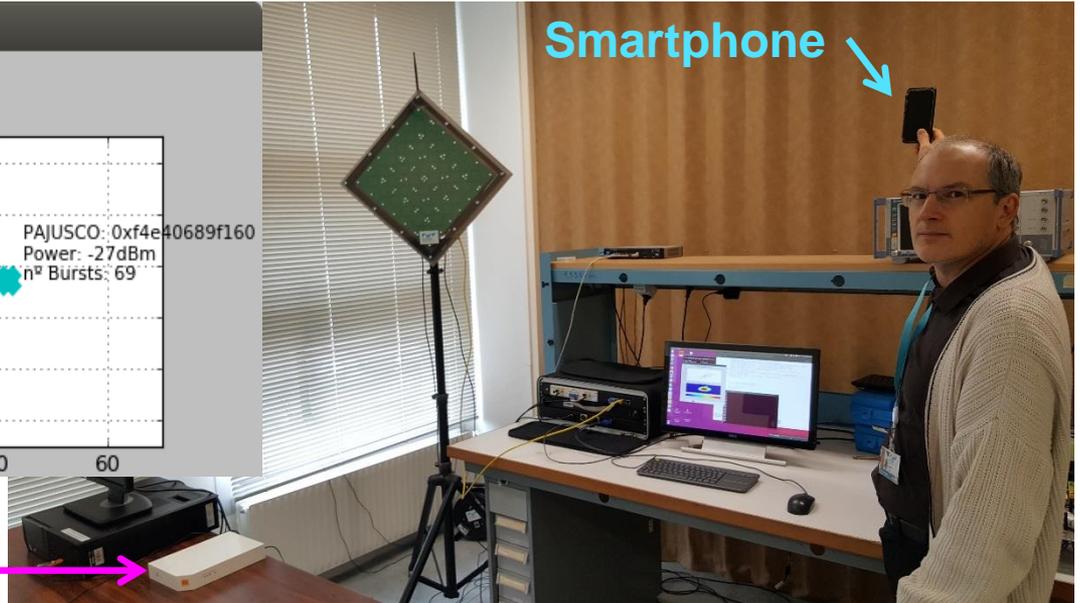
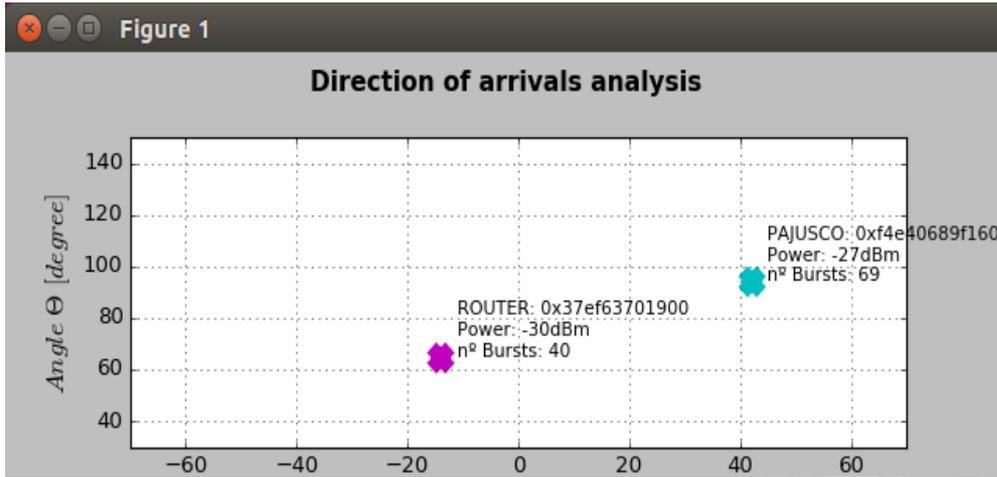
■ Polarisation



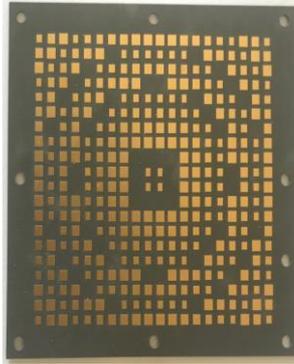
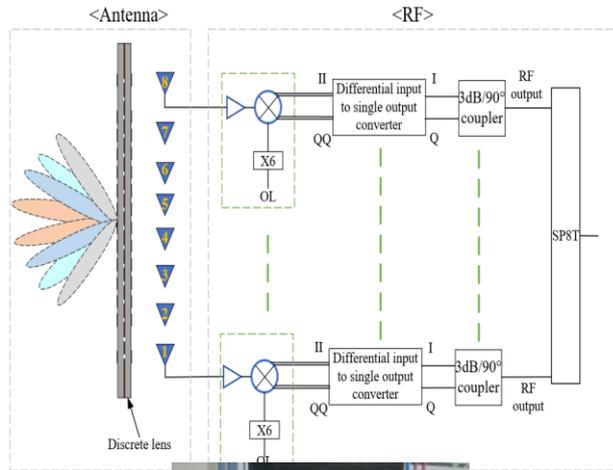
■ Multi-trajets



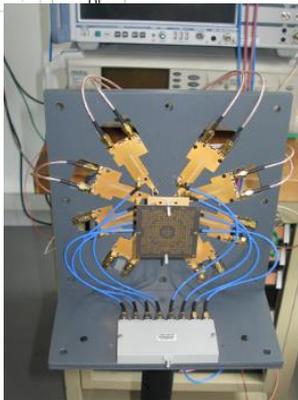
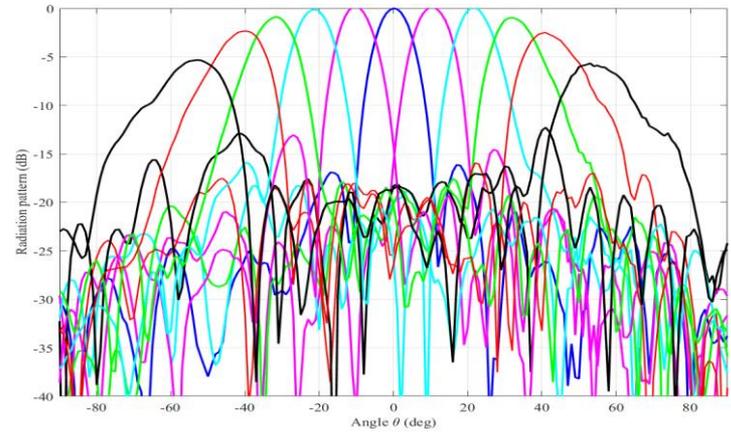
■ Identification et localisation



➤ Formation de faisceaux hybride (analogique /numérique)



Projets de recherche: M5Hestia, mmwsounder



➤ Evolution des systèmes de communication dans le domaine ferroviaire
Projet ANR 2020

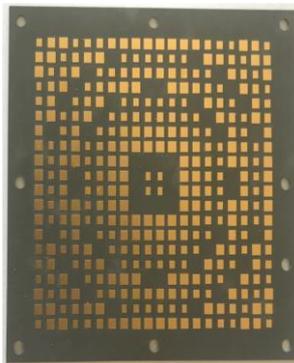
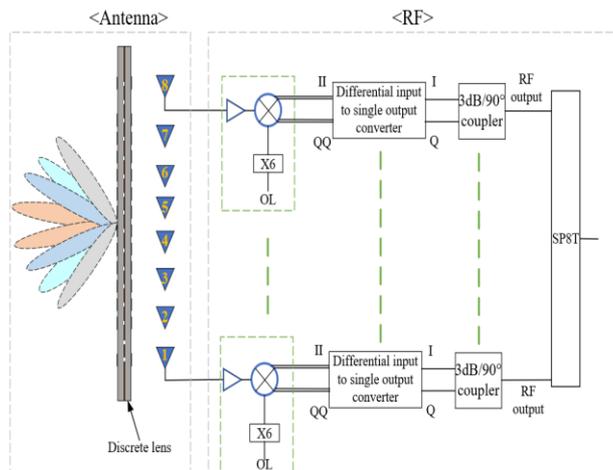
~~GSM-R~~



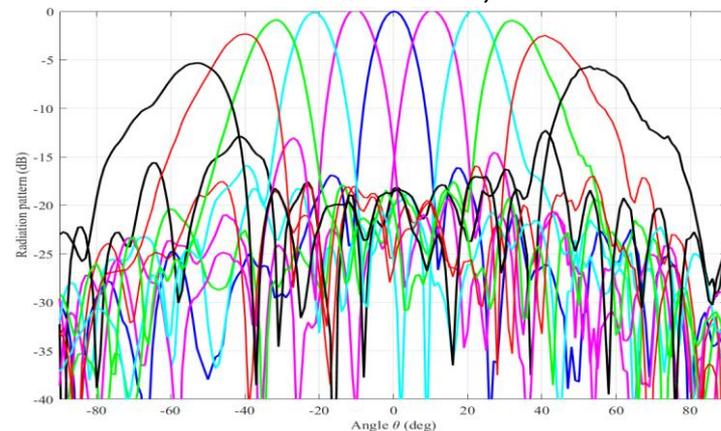
FRMCS
Future Railway Mobile Communication System



➤ Formation de faisceaux hybride (analogique /numérique)

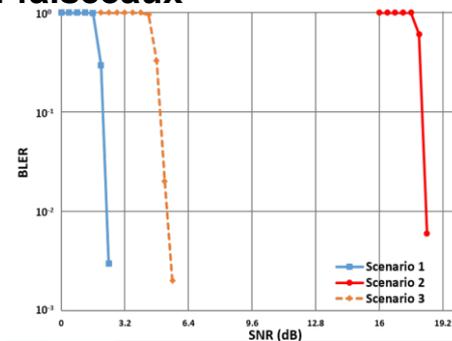
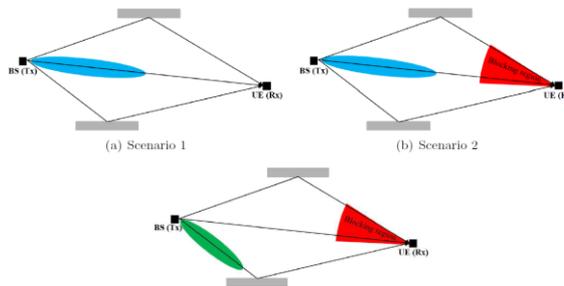


Projets de recherche: M5Hestia, mmwsounder



➤ Impact du blocage et apport d'un système antenne multi-faisceaux

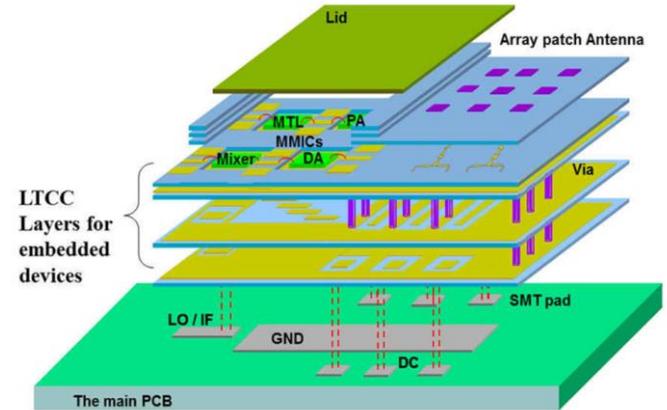
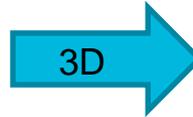
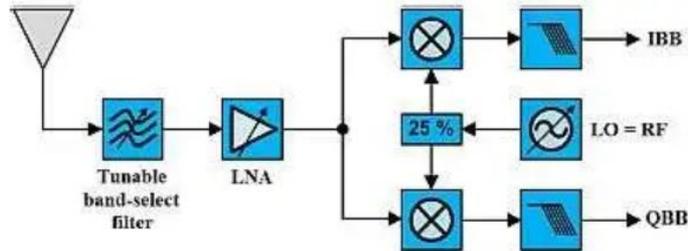
Thèse CIFRE
Soutenance novembre 2021



➤ **Enjeux:**

- ✓ Le numérique au cœur de l'antenne
- ✓ Minimisation des pertes d'interconnexion antenne - circuit

➤ **Conception de modules en technologie SIP (System In Package)**



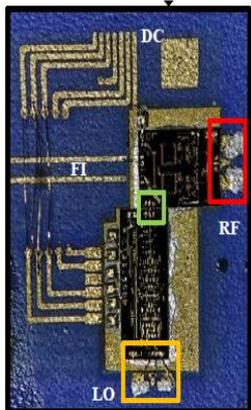
➤ **Applications visées:**

- ✓ Communication sans fil avec de la formation de faisceau hybride analogique/numérique
- ✓ Imagerie THz avec des fonctionnalités de scan électronique

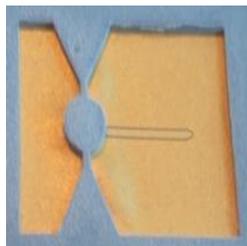
➤ Enjeux:

- ✓ Le numérique au cœur de l'antenne
- ✓ Minimisation des pertes d'interconnexion antenne - circuit

technologie LTCC

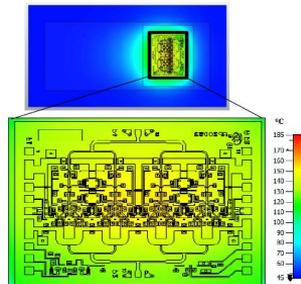


Puces MMIC
intégrées sur
LTCC



Antenne DRA
intégrée sur LTCC

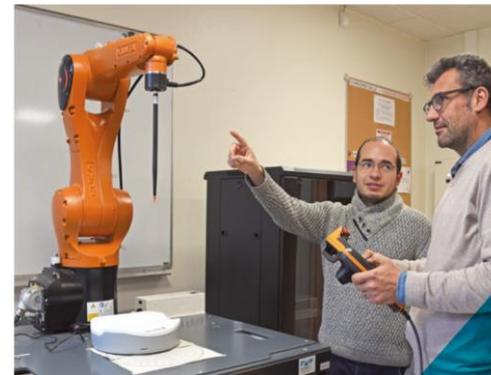
CPER Sophie
STIC & Ondes



Canaux micro-fluidiques

Projet H2020: Eureka
Eurostar D-WAVE
Projet FUI: OptimisME

Caractérisation de systèmes antennaires avec formation de faisceaux



Mesure en rayonnement de dispositifs
dans les bandes submillimétriques

CPER Sophie
STIC & Ondes

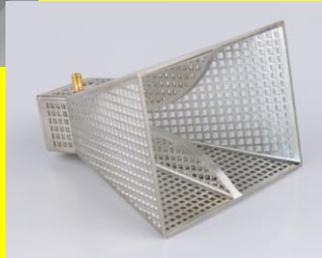
Projets labex cominlabs: T3 , WASSAP
Projet FUI: OptimisME

Exemples de design d'antennes par FA



Antenne Radar

Antenne ultra large bande



Antenne ultra large bande ultra ligh



▪ Enjeux conceptuels

- Mises en forme 3D quasi infinies + Solutions Multi-matières
- Structures non moulables → Secteur applicatif à identifier
- Connectique intégrée → Réduction coûts/miniaturisation
- Structures évidées → Métallisation et réduction poids/coût

Une multitude de solutions techniques

- **Technique SLA**
(Stéréolithography Apparatus)



- *Imprimante Formlabs Form 3*



- **Technique SLS**
(Selective Laser Sintering)

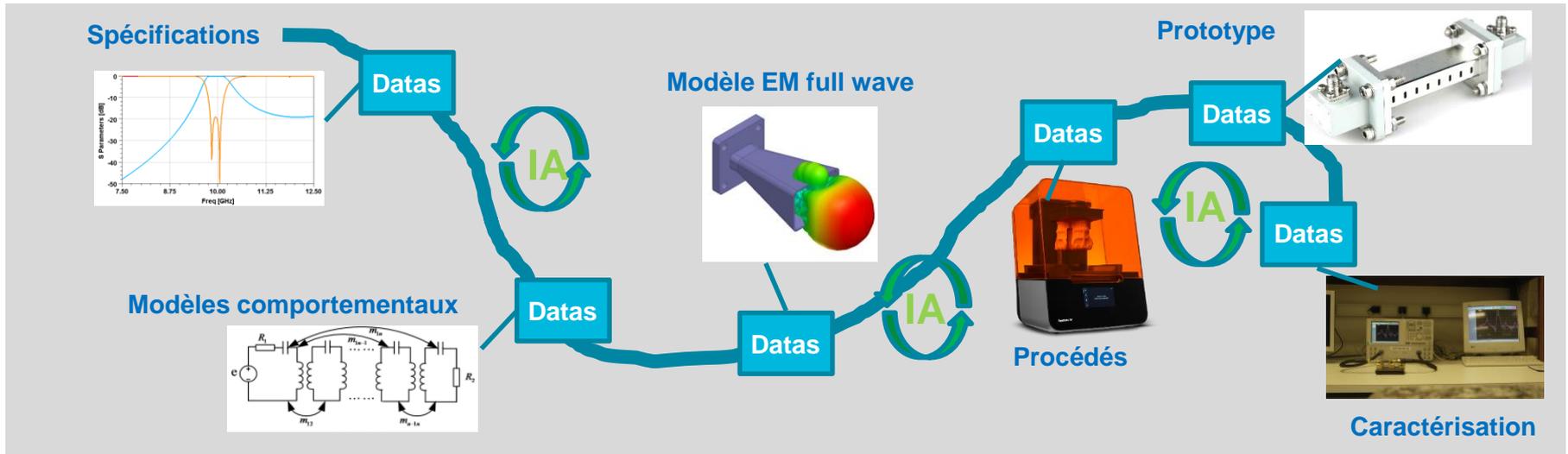


▪ Enjeux technologiques

- Procédés : Finesse, resolution, dimensions
- Matière : propriétés (méca/élect/therm)
- Métallisation : Procédés sélectif/global
- Impact Environnement/recyclage

- Questionnements scientifiques :**
- Comment appréhender la complexité géométrique ?
 - Comment intégrer les incertitudes & variabilités?
 - Comment ne pas être limité par le temps de calcul ?

Innovation : Flot de conception hybride : entre IA, Algo génétique et Optim.



→ Des datas à générer/exploiter à tous les niveaux !!

- ▶ Expertise dans le domaine du sondage de canal
- ▶ Mise en œuvre de systèmes de mesures spécifiques
- ▶ Développement de plateformes technologiques 3D
- ▶ Nouvelles collaborations dans le domaine du traitement du signal, de l'information (IA)
- ▶ Renforcer notre positionnement sur:
 - La Technologie SIP LTCC
 - La technologie 3D additive

