



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

PLATEFORME PROOF

PLATFORM OF RELIABILITY TOOLS FOR FAILURE ANALYSIS DEDICATED TO WIDE BANDGAP DEVICES

RETOUR D'EXPÉRIENCE DE MEMBRE FONDATEUR

Barbara BONNET
avec Sébastien DELCOURT, David LE BARS,
Charles ROBIN, Jean-Louis CAZAUX
30 avril 2024

Plan

1 Motivation

2 Mise en place et déroulé

3 Résultats obtenus

4 Perspectives

MOTIVATION

/// Les technologies GaN sont clés pour la compétitivité et la performance de nos équipements électroniques de satellites:

- / Front-ends RF de puissance pour les Télécoms, où le rendement (PAE) du HPA détermine la capacité de la liaison (débit de données)
- / LNA robustes pour l'observation et les télécoms
- / Circuits intégrés pour les alimentations embarquées de nouvelle génération

/// Pourquoi avoir intégré le projet de la plateforme PROOF:

- / Contribuer à la mise en place d'une plateforme régionale pour accéder à des équipements de métrologie de pointe et au savoir-faire associé
- / Partage d'expérience et d'expertise en métrologie, caractérisation et fiabilité des technologies GaN

MISE EN PLACE ET DÉROULÉ

/// 3 contrats annuels de collaboration et de recherche ont été établis pour cadrer l'apport financier à la plateforme et le contenu des études réalisées

- / Mesure de bruit HF: extraction des 4 paramètres de bruit (NFmin, Rn, Gamma_opt) sur 8-40 GHz
 - Test des technologies à l'état de l'art en bruit des principaux fondeurs européens (longueurs de grille de 60 à 150nm)
- / Campagne de test en robustesse RF (step stress)
 - Objectif: disposer d'un partenaire complémentaire de nos moyens en interne, échange sur nos méthodologies de test
- / Mesures sous pointes de composants pour alimentations de puissance de source européenne
 - Développer une capacité de caractérisation des semi-conducteurs de puissance GaN **sous pointes fort courant**

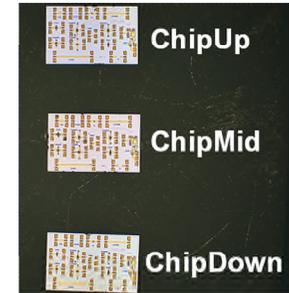
/// Les personnes impliquées à Thales Alenia Space:

- / Volet puissance: David Le Bars, Paul Maynadier
- / Volet: RF: Sébastien Delcourt, Charles Robin, Nicolas Py, Olivier Jardel
- / Transverse: Barbara Bonnet, Jean-Louis Cazaux

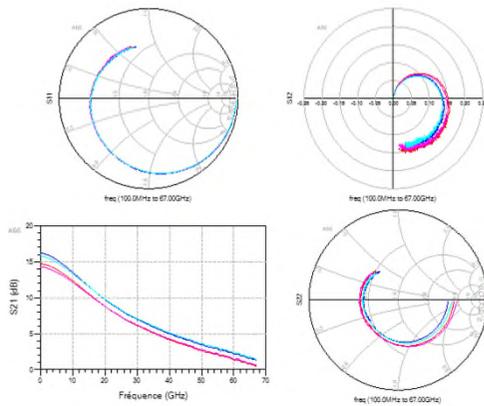
RÉSULTATS OBTENUS: PARAMÈTRES DE BRUIT HF

/// Objectif: pour conforter et compléter les modèles fondeurs pour des points de polarisation atypique

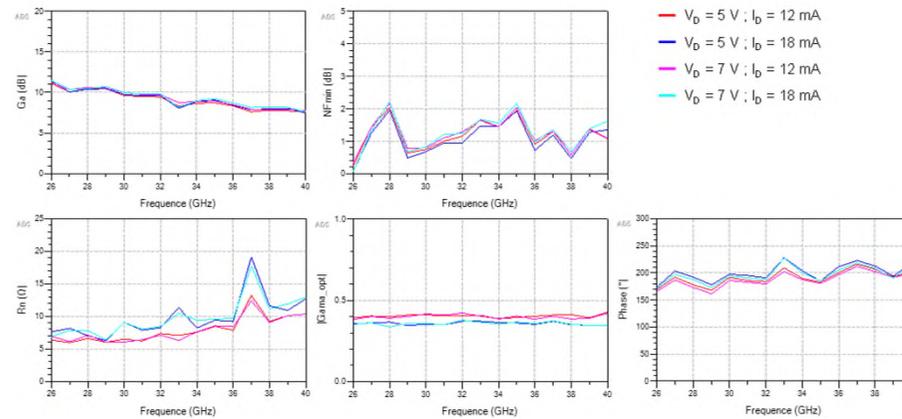
/// Première campagne de mesure effectuée avec les moyens historiques LAAS-CNRS



- Mesure des paramètres S bande [1-67 GHz]:



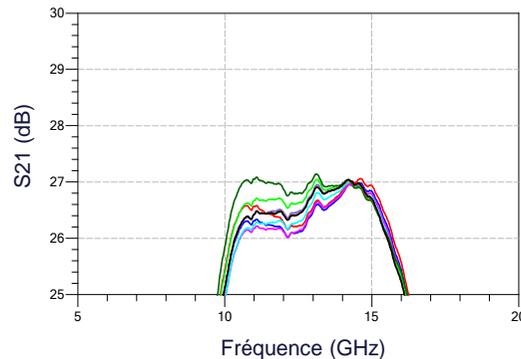
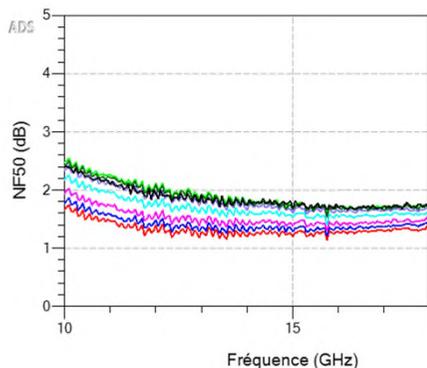
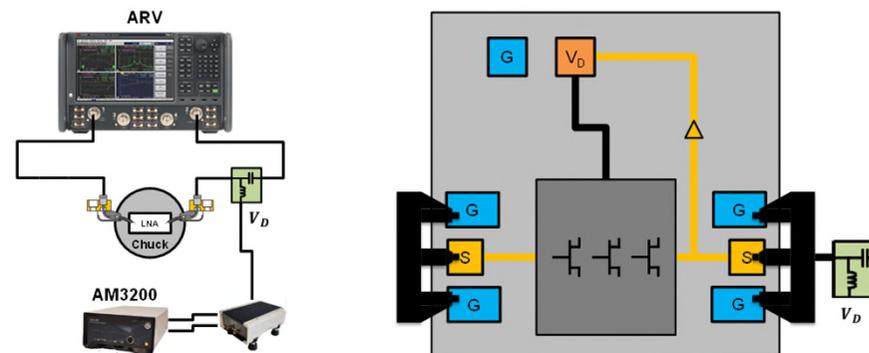
- Mesure des paramètres de bruit HF



Travaux à venir : Nouvelle campagne de mesure à horizon juin 2024 avec nouveau banc comprenant le synthétiseur d'impédance et récepteur faible bruit acquis dans le cadre de PROOF

RÉSULTATS OBTENUS: TESTS RF EN ROBUSTESSE

- /// Test d'un LNA Ku jusqu'à dégradation
- /// Modification du comportement observé après exposition à différents niveaux de puissance
- /// Dégradation observée sur NF, Gain et Courants



		Freq = 13,5 GHz								
	Puce	I_D (mA)	S_{11} (dB)	S_{12} (dB)	S_{21} (dB)	S_{22} (dB)	NF_{50} (dB)	IP_{1dB} (dBm)	OP_{1dB} (dBm)	
	Témoin	M32	58,5	-10,1	<-50	27,0	-23,9	1,2	-18,9	7,0
		Puce	I_D (mA)	S_{11} (dB)	S_{12} (dB)	S_{21} (dB)	S_{22} (dB)	NF_{50} (dB)	IP_{1dB} (dBm)	OP_{1dB} (dBm)
	AVANT	P22	59,8	-8,6	<-50	26,6	-23,6	1,3	-18,6	6,9
	APRES		55,7	-9,9	<-50	26,9	-23,5	1,8	-19,5	6,4
		Puce	I_D (mA)	S_{11} (dB)	S_{12} (dB)	S_{21} (dB)	S_{22} (dB)	NF_{50} (dB)	IP_{1dB} (dBm)	OP_{1dB} (dBm)
	AVANT	T39	58,1	-13,7	<-50	27,3	-24,2	1,1	-19,7	6,6
	APRES		51,9	-13,5	<-50	27,3	-24,0	1,0	-19,9	6,4



Intérêt : Echange sur les méthodes de test en robustesse, comparaison entre maximum ratings simulés et mesurés

RÉSULTATS OBTENUS: FILIÈRE PUISSANCE POUR DC/DC

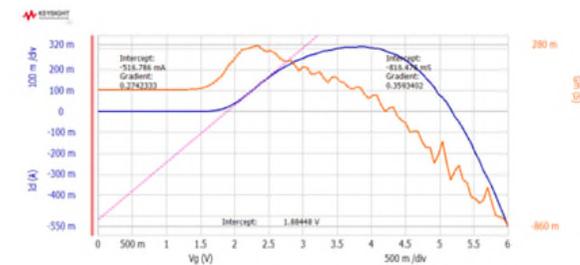
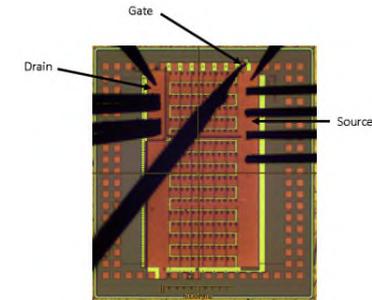
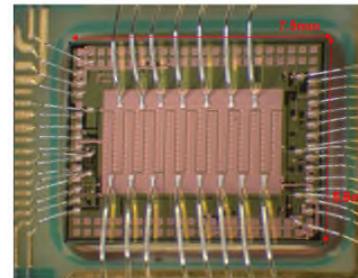
/// Objectif: Collaboration avec le LAAS-CNRS afin de disposer d'une capacité de caractérisation de puces de puissance pour évaluation / vérification des performances

/// Caractérisation de puce GaN de puissance sous pointes à fort courant de source européenne

- Paramètres statiques et dynamiques: R_{on} , R_{on} dynamique, capacités parasites (C_{oss} , C_{iss} , C_{rss}), tension de seuil V_{TH} , énergies de commutation

/// Résultats obtenus:

- / Amélioration de la capacité de mesure du R_{on} à fort courant 20A grâce aux pointes spécifiques
- / Amélioration de la technique de mesure grâce à la mesure sous pointe par rapport aux mesures avec puces connectées par fils : meilleure capacité de mesurer les paramètres clés grâce à l'absence de fils



Caractérisation tension de seuil V_{TH}



Intérêt: Résultats très positifs, complémentaires aux activités du projet Horizon Europe EleGANt

PERSPECTIVES

- /// Paramètres de bruit HF: caractérisations avec le nouveau banc d'extraction de paramètres de bruit à venir en juin 2024
- /// Application puissance DC/DC: demande émise pour formation de personnel Thales Alenia Space au banc de caractérisation sous pointes fort courant :
 - / Caractérisation statique et dynamique sous pointes fort courant
 - / Test de fiabilité sur puce GaN (step stress) en vue de l'évaluation de sa fiabilité pour une application spatiale: méthodologie à construire
- /// Accès aux moyens de la plateforme PROOF au-delà de la durée du projet initial et poursuite des échanges et collaborations avec le LAAS-CNRS
- /// Volonté de TAS d'étendre les échanges et collaborations avec les acteurs régionaux: LAAS-CNRS mais aussi IRT, ST, CEA-Tech, Alter, etc...