

Projet ANR- 13-ASTR-014

COCORAM

Programme ASTRID 2013

A	IDENTIFICATION	2
B	LIVRABLES ET JALONS	2
C	RAPPORT D'AVANCEMENT.....	3
	C.1 Objectifs initiaux du projet	3
	C.2 Travaux effectués et résultats atteints sur la période concernée...	3
	C.3 Difficultés rencontrées et solutions	4
	C.4 Faits et résultats marquants	4
	C.5 Travaux spécifiques aux entreprises (le cas échéant).....	4
	C.6 Réunions du consortium (projets collaboratifs)	4
	C.7 Commentaires libres.....	5
D	VALORISATION ET IMPACT DU PROJET DEPUIS LE DEBUT	6
	D.1 Publications et communications	6
	D.2 Autres éléments de valorisation	7
	D.3 Pôles de compétitivité (projet labellisés)	7
	D.4 Personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	7
	D.5 État financier.....	7
E	ANNEXES EVENTUELLES	7

Ce document est à remplir par le coordinateur en collaboration avec les partenaires du projet. Il doit être transmis par le coordinateur aux échéances prévues dans les actes attributifs à la DGA et l'ANR (mise sur le site ANR et diffusion par mail au correspondant DGA avec copie à l'équipe ANR et à Francois Gervon, manager adjoint REI-ASTRID à la DGA/MRIS francois.gervon@dga.defense.gouv.fr).

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	COCORAM
Titre du projet	Co-design et co-intégration de réseaux d'antennes actives multi-bandes pour systèmes de radionavigation par satellite
Coordinateur du projet (société/organisme)	Stéphane Bila (XLIM UMR 7252 Université de Limoges/CNRS)
Date de début du projet	01/01/2014
Date de fin du projet	31/12/2016
Labels et correspondants des pôles de compétitivité (pôle, nom et courriel du corresp.)	ELOPSYS – Correspondant : Thomas Colombeau (t-colombeau@elopsys.fr)
Site web du projet, le cas échéant	http://anr.xlim.fr/cocoram

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	Mr Stéphane Bila
Téléphone	05 55 45 73 76
Courriel	stephane.bila@xlim.fr
Date de rédaction	06/11/2015 (V1)
Période faisant l'objet du rapport d'activité	T0 (01/01/2014) – T0+18 (01/07/2015)

B LIVRABLES ET JALONS

N°	Intitulé	Nature*	Date de fourniture			Partenaires (souligner le responsable)
			Prévue initialement	Replanifiée	Livrée	
1	R1.1 : Note sur les spécifications	rapport	T0+3	T0+6	T0+6	<u>CISTEME</u> , XLIM
2	CR6 : Compte-rendu à T0+6	rapport	T0+6	T0+6	T0+6	XLIM, CISTEME, INRIA
3	AC : Accord de consortium	-	T0+12	T0+12	T0+12	XLIM, CISTEME, INRIA
4	R1.2 : Rapport sur les analyses du système pour les 2 types de conception	rapport	T0+15	T0+24		<u>CISTEME</u>
5	R2 : Rapport sur la conception disjointe des éléments du système	rapport	T0+15	T0+15	T0+15	<u>XLIM</u>
6	R3.1 : Note sur la méthodologie de synthèse	rapport	T0+15	T0+15	T0+15	<u>INRIA</u>

* jalon, rapport, logiciel, prototype, données, ...

C RAPPORT D'AVANCEMENT

C.1 OBJECTIFS INITIAUX DU PROJET

L'évolution des systèmes électroniques pour les équipements de communications, de localisation ou de surveillance tend vers une très forte augmentation de la densité d'intégration. Elle doit répondre également à une demande croissante de flexibilité en termes de fréquences, de puissance ou de couverture. L'amélioration de l'efficacité et la miniaturisation de ces systèmes passe alors par le regroupement de fonctions élémentaires qui permet de réduire les étages d'interconnexion et de prendre en compte les interactions entre les différents éléments.

L'objectif du projet COCORAM est alors de développer une méthodologie de conception conjointe de l'antenne et des circuits associés pour atteindre des performances (rayonnement, efficacité,...) optimales avec un dispositif (LNA¹/filtre/antenne) intégré et compact. La démonstration est réalisée dans le cadre d'un réseau (4 éléments) tri-bandes GPS/GALILEO à polarisation circulaire pour systèmes de radionavigation satellite GNSS (Global Navigation Satellite System).

C.2 TRAVAUX EFFECTUES ET RESULTATS ATTEINTS SUR LA PERIODE CONCERNEE

Le projet COCORAM comporte 4 tâches scientifiques qui ont toutes démarrées sur la période concernée.

La première tâche concerne la définition des spécifications et les analyses des performances du système de réception. Les spécifications ont fait l'objet d'un échange avec la DGA et sont résumées dans la note R1.1. Une analyse des performances du système a ensuite été menée, prenant en compte les simulations des éléments (antenne, filtre et LNA) conçus séparément.

La seconde tâche consistait à concevoir les éléments du système par une approche classique, c'est-à-dire de manière séparée grâce à une impédance de connexion standard (50 ohms).

Pour répondre aux spécifications de rayonnement et d'encombrement, une antenne bibande à polarisation circulaire droite a été développée, sous la forme d'un patch à fentes possédant 2 excitations placées orthogonalement qui sont alimentées en quadrature de phase par un coupleur (CMS : composant monté en surface) du commerce. Le design est conforme aux spécifications et on a compris en analysant plus précisément ses performances qu'un objectif de l'approche de conception conjointe (approche globale de conception du système) serait d'améliorer les performances en efficacité.

Pour répondre aux spécifications de filtrage, un filtre multibande a été conçu. Une technologie multicouche (guide d'onde intégré dans le substrat) a été préférée à une technologie planaire, assurant un bon compromis entre l'encombrement du circuit et ses performances en termes de pertes d'insertion. Les 10 résonateurs du filtre sont des cavités chargées chacune par un plot capacitif et ils sont couplés par des ouvertures formées dans le substrat par des vias (résonateurs sur la même couche) ou des démétallisations (résonateurs empilés sur 2 couches différentes). Un objectif de la conception conjointe sera d'intégrer une partie du filtrage au niveau de l'antenne et une autre partie sur le MMIC avec le LNA.

Finalement dans cette tâche, un LNA du commerce (de la société UMS) est retenu pour la conception disjointe.

La troisième tâche concerne la mise au point d'une méthodologie et d'outils pour la synthèse de filtres adaptés à des charges d'impédances complexes et variables en fréquence.

Une formulation du problème a été proposée pour approcher la limite du niveau de réflexion pour le cas mono-bande avec une charge de degré 1 ainsi qu'une expression analytique pour les paramètres de diffusion pour ce cas. En outre, un algorithme d'approximation rationnelle qui

¹ LNA : low noise amplifier = amplificateur faible bruit

minimise la distance pseudo-hyperbolique à une fonction donnée a été développé. Cet algorithme, qui permet d'obtenir le filtre approchant une adaptation optimale, a été appliqué au cas de l'antenne multibande, conduisant à une amélioration conséquente du niveau de réflexion en bord de bande.

La quatrième et dernière tâche concerne la réalisation des prototypes. A ce stade du projet, seule l'antenne, dans sa version disjointe et associée au coupleur, a été fabriquée et caractérisée, et quelques résonateurs ont été réalisés pour optimiser la technologie d'intégration du filtre.

L'ensemble des livrables et des publications sont disponibles sur le site web du projet (<http://anr.xlim.fr/cocoram>). La connexion requiert un identifiant et un mot de passe attribués à chaque partenaire et aux financeurs (ANR, DGA). L'identifiant et le mot de passe sont fournis par le coordinateur (stephane.bila@xlim.fr).

C.3 DIFFICULTES RENCONTREES ET SOLUTIONS

Le projet ne rencontre pas de difficulté majeure.

Le principal risque concerne un retard possible dans la réalisation des prototypes mais cela n'impacte pas pour l'instant le calendrier global du projet.

L'analyse du système en conception conjointe était prévue initialement à T0+15, mais cette analyse demande une étude approfondie des performances des éléments (antenne pré-filtrée, LNA filtrant). L'analyse est reportée à T0+24, sans impact sur le calendrier global.

C.4 FAITS ET RESULTATS MARQUANTS

- 1 Conception d'une antenne multibande à polarisation circulaire
- 2 Conception d'un filtre multibande
- 3 Analyse du système en conception disjointe : mise en évidence d'une chute de l'efficacité
- 4 Proposition d'une approche de pré-filtrage pour augmenter l'efficacité
- 5 Développement d'un algorithme de synthèse sur impédance complexe et variable en fréquence

C.5 TRAVAUX SPECIFIQUES AUX ENTREPRISES (LE CAS ECHEANT)

Entreprise	CISTEME
Rédacteur (nom + adresse mél)	Régis Chantalat (regis.chantalat@cisteme.net)
<p>Le rôle principal de CISTEME dans le projet COCORAM consiste à effectuer des analyses des performances des systèmes en chainant les différents éléments conçus (antennes, filtres, LNA). Un deuxième aspect de la participation de Cisteme qui est plus mineur et spécifique est d'apporter une aide et son savoir-faire dans la conception des antennes et des filtres.</p> <p>Les analyses système menées par CISTEME ont permis de montrer les limites d'un système conçu dis jointement et de définir les architectures optimales à obtenir en conception conjointe. Ces études servent de base pour fournir à XLIM les spécifications des différentes briques dépendantes (antenne, filtre , LNA) et de vérification de l'efficacité des travaux d'optimisation de l'INRIA axés sur une méthodologie de synthèse sur des impédances complexes et variables. Les travaux menés dans ce projet vont permettre à Cisteme d'acquérir des compétences dans la conception d'une chaîne RF complète et de savoir définir l'architecture optimale avec pour objectif d'effectuer un transfert technologique pour des applications civiles.</p>	

C.6 REUNIONS DU CONSORTIUM (PROJETS COLLABORATIFS)

Date	Lieu	Partenaires présents	Thème de la réunion
06/02/2014	Limoges	XLIM, INRIA, CISTEME, DGA	Réunion de démarrage
21/05/2014	<i>visio-conf.</i>	XLIM, INRIA, CISTEME	Avancement des tâches
01/07/2014	Rennes	XLIM, INRIA, CISTEME, DGA	Avancement à T0+6

Date	Lieu	Partenaires présents	Thème de la réunion
04/11/2014 06/11/2014	<i>visio-conf.</i>	XLIM, INRIA, CISTEME	Avancement des tâches
17/11/2014	Nice	XLIM, INRIA, CISTEME, DGA	Avancement à T0+12
26/03/2015 27/03/2015	Limoges	XLIM, INRIA, CISTEME	Avancement des tâches

C.7 COMMENTAIRES LIBRES

Commentaires du coordinateur

L'avancement du projet est conforme au calendrier mis en place dans la proposition et validé en début de projet. Les travaux sont menés avec une collaboration nécessairement de plus en plus forte entre les partenaires. Les résultats importants sont d'ores et déjà acquis.

Commentaires des autres partenaires

--

Question(s) posée(s) à l'ANR

--

D VALORISATION ET IMPACT DU PROJET DEPUIS LE DEBUT

D.1 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Liste des publications multipartenaires (résultant d'un travail mené en commun)		
International	Revue à comité de lecture	
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	
	Communications (conférence)	<ol style="list-style-type: none"> 1. F.Fezai et al. Co-design and co-integration of multiband active antenna arrays for satellite radionavigation systems, IEEE International Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA 2014), Antibes Juan-Les-Pins, France, nov. 2014 2. F.Fezai, et al. Low-profile dual-band circularly polarized microstrip antenna for GNSS applications, European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2015), Lisbonne, Portugal, avril 2015
France	Revue à comité de lecture	
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	
	Communications (conférence)	
Actions de diffusion	Articles de vulgarisation	
	Conférences de vulgarisation	
	Autres	

Liste des publications monopartenaires (impliquant un seul partenaire)		
International	Revue à comité de lecture	
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	
	Communications (conférence)	<ol style="list-style-type: none"> 1. A.Périgaud, J.Sence et al. <i>Design of a dual band SIW filter for a L band RF receiver</i>, International Workshop on Microwave Filters (IWMF 2015), Toulouse, France, mars 2015
France	Revue à comité de lecture	
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	
	Communications (conférence)	<ol style="list-style-type: none"> 1. A.Périgaud, J.Sence, et al. Conception d'un filtre bi-bande en technologie SIW pour un système de réception GPS/Galileo, Journées Nationales Microondes (JNM 2015), Bordeaux, juin 2015
Actions de diffusion	Articles de vulgarisation	
	Conférences de vulgarisation	
	Autres	

D.2 AUTRES ELEMENTS DE VALORISATION

Liste des éléments. Préciser les titres, années et commentaires	
Brevets internationaux obtenus	
Brevet internationaux en cours d'obtention	
Brevets nationaux obtenus	
Brevet nationaux en cours d'obtention	
Licences d'exploitation (obtention / cession)	
Créations d'entreprises ou essaimage	
Nouveaux projets collaboratifs	1. Thèse David Martinez (démarrage mars 2016) cofinancée DGA/CNES + action de R&T CNES
Colloques scientifiques	
Autres (préciser)	

D.3 POLES DE COMPETITIVITE (PROJET LABELLISES)

Collaboration du projet avec le(s) pôle(s) ayant labellisé

Le projet COCORAM rentre dans la feuille-de-route technologique du pôle de compétitivité ELOPSYS (domaine d'excellence Electronique Hyperfréquences, marchés Télécommunications et Numériques). ELOPSYS suit l'évolution technique du projet et peut être mobilisé pour des actions de valorisation/communication. Plus précisément le pôle, dans le cadre de la réforme territoriale, est en train de nouer de nouveaux partenariats forts et les savoirs faire de son écosystème dans le domaine des équipements de communication, typiquement tels qu'acquis dans le projet COCORAM, vont certainement pouvoir être déclinés à court terme dans de nouveaux cadres d'application.

D.4 PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet			
Nom et prénom	Sexe H/F	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. antérieure (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Date de recrutement	Durée missions (mois) (3)
Fezai Faycel	H	faycel.fezai@gmail.com	30/06/15	Doctorat	France		XLIM	Ingénieur	01/04/14	14
Martinez David	H	david.martinez@inria.fr	NA	Ingénieur	Espagne		INRIA	Ingénieur	01/11/14	14

D.5 ÉTAT FINANCIER

Nom du partenaire	Crédits consommés (en %)	Commentaire éventuel
XLIM	30	Dépenses pour prototypes programmées principalement en 2 ^{ème} partie de projet
CISTEME	55	
INRIA	71	

E ANNEXES EVENTUELLES