

## Sécurisation sur la couche physique d'un lien radio utilisant la technique Full Duplex

	<b>Directeur de thèse</b>	<b>Co-encadrants</b>
	<b>André Pérennec (UBO) MCF HDR</b>	<b>Raafat Lababidi (ENSTA-Bretagne) Marc Le Roy (UBO), Denis Le Jeune (ENSTA-Bretagne)</b>
Contacts	<a href="mailto:andre.perennec@univ-brest.fr">andre.perennec@univ-brest.fr</a> 02 98 01 65 05	<a href="mailto:raafat.lababidi@ensta-bretagne.fr">raafat.lababidi@ensta-bretagne.fr</a> 02 98 34 89 50
Laboratoire	<b>Lab-STICC UMR 6285: pôle MOM (Microondes Optoélectroniques Matériaux), Brest</b> <a href="http://www.lab-sticc.fr/">http://www.lab-sticc.fr/</a> <a href="http://www.ensta-bretagne.fr/">http://www.ensta-bretagne.fr/</a> <a href="http://www.univ-brest.fr/">http://www.univ-brest.fr/</a>	

*Début souhaité en janvier 2018*

**Mots clés :** Full Duplex, antennes, déphaseurs, sécurisation des données

### Contexte

La technique de transmission par technique Full Duplex consiste à émettre et à recevoir en même temps sur la même bande de fréquence, ce qui implique d'énormes contraintes au vu des différences de niveau de puissance entre émission et réception. Une des techniques du Full-duplex consiste à éliminer le plus efficacement possible le signal émis au niveau de l'antenne de réception par interférence soustractive. Pour cela, il faut pouvoir recopier l'onde émise et la superposer en opposition de phase, pour toutes les fréquences de la bande d'émission. Ainsi depuis une dizaine d'années environ, des recherches amont ont abouti à de premiers démonstrateurs indiquant la faisabilité de tels systèmes [1]. De plus, le Full Duplex génère un masquage naturel intrinsèque des données vis à vis d'un intrus voulant intercepter les données.

### Projet scientifique : full-Duplex pour l'optimisation des ressources radio et pour la sécurisation du lien radio

De manière générale, les liaisons sans-fils sont bidirectionnelles sous la forme d'un dialogue entre émetteur et récepteur. Physiquement, le niveau de l'émission est fort et celui des signaux reçus très faible. Cela implique que le dispositif de transmission doit utiliser, soit deux fréquences disjointes d'émission, soit deux timeslots (Frequency Division Duplexing ou Time Division Duplexing, respectivement), ce qui revient à diviser par deux la capacité de la ressource radio (Fig. 1 a).

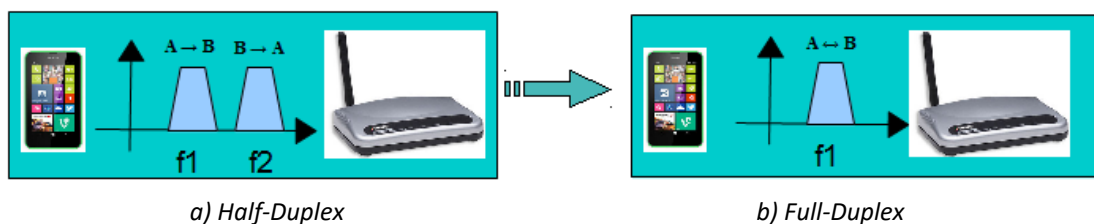


Fig.1 : différence d'utilisation du spectre radio entre Half-Duplex et Full-Duplex

Cette configuration Half-Duplex est nécessaire pour respecter les contraintes sur la partie analogique du récepteur mais aussi sur sa section numérique pour conserver une dynamique suffisante du numériseur pour le signal utile. La Fig. 2 représente le principe d'un récepteur Full-Duplex, où la ressource physique est réduite de moitié par émission et réception simultanées sur la même bande de fréquences. Pour ce faire, le principe utilisé est la soustraction coopérative de l'interférence de l'émetteur au niveau de la réception.

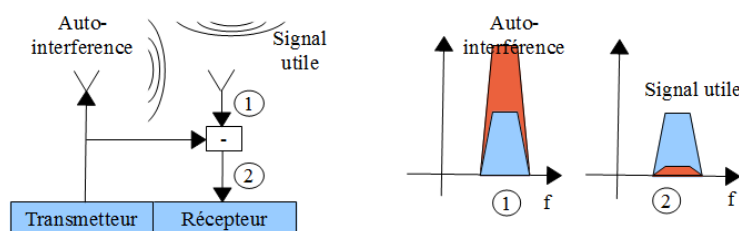


Fig.2 Niveaux des signaux en mode Full-Duplex avant et après interférence destructive du signal émis sur le récepteur.

Un autre avantage de la technique Full-Duplex est la possibilité de réduire suffisamment le signal fort émis afin de permettre la réception simultanée (bi-fréquence cf. Fig 3) lorsque deux (ou plusieurs) antennes sont proches l'une de l'autre) comme sur un navire, un aéronef, un toit d'immeuble, et aussi dans des plateformes multi-standards (smartphone, ...), etc.

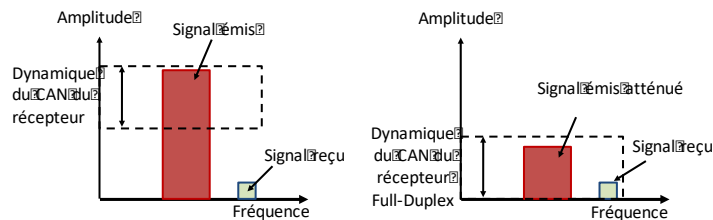


Fig.3 Autre avantage du principe Full-Duplex.

Par ailleurs, la sécurisation des systèmes de réseaux sans fil est actuellement une problématique de premier plan et qui devient la préoccupation principale pour le développement de nouvelles applications grand public (IoT, 5G, ...). La sécurisation du lien radio apparaît être particulièrement pertinente pour certains objets connectés ne pouvant pas utiliser des algorithmes de cryptographie et/ou des protocoles de sécurité multi-messages, car exigeant une trop forte consommation d'énergie. Dans ce projet un premier niveau de sécurisation au niveau de la couche physique est de fait réalisable par la technique Full-duplex. En effet elle permet d'émettre un signal brouilleur en même temps que le signal utile, rendant ainsi indéchiffrable les signaux interceptés pour un intrus.

### Objectifs et travaux envisagés :

Dans le cadre de cette thèse, l'équipe du Lab-STICC (ENSTA Bretagne et Université de Bretagne Occidentale) regroupe des compétences autour de l'amélioration et du développement de nouvelles topologies de circuits électroniques hyperfréquences (Front-end radio) avec également une expertise « systèmes » et « intégration systèmes ». Le savoir-faire de l'équipe porte tout particulièrement sur la reconfigurabilité en fréquence des dispositifs du front-end radio (antennes, filtres, déphaseurs, atténuateurs, ...) et sur le développement de topologies large-bande et/ou multi-standard dédiée. Une des limitations actuelles à la mise au point de techniques Full-duplex large-bande est due aux limitations des composants du front-end, i.e. les imperfections et dispersions multiples des composants en fonction de la fréquence. L'équipe DIM du Lab-STICC a développé des topologies innovantes de déphaseurs large-bande [2] [4] (phase différentielle large-bande) ou pur [3] (phase constante en transmission en fonction de la fréquence) susceptibles d'apporter une plus-value significative pour les applications Full-duplex large-bande, multi-standards ou reconfigurable. La plus-value est donc d'abord attendue sur les caractéristiques des composants RF pour permettre de proposer et d'optimiser différentes architectures Full-duplex (E/R multi-antennes ou mono-antenne, ..) et de réaliser les démonstrateurs associés.

### Programme prévisionnel

- 1<sup>ère</sup> Année : bibliographie sur les architectures de Full-duplex, les composants associés et les limitations de chaque brique RF. Design, premiers tests en simulation d'une architecture Full-duplex et mise en évidence des limitations dues aux composants RF.
- 2<sup>ème</sup> Année : design, conception, optimisation de composants/circuits RF et hyperfréquences originaux dédiés au Full-duplex. Simulation de l'ensemble de la structure. Début des designs des premiers démonstrateurs.
- 3<sup>ème</sup> Année : finalisation de la conception des démonstrateurs. Fabrication finale, caractérisations et tests.

### Compétences requises

Compétences en électronique radiofréquences et hyperfréquences (CAO circuits et électromagnétiques) ainsi qu'en conception d'antennes. Bonnes notions en mathématiques appliquées. CV détaillé, copies de diplômes, relevés de notes, lettres de recommandation et de motivation à envoyer par mail.

### Références

- [1] D. Bharadia, E. McMillin, and S. Katti, "Full duplex radios," Proc. SIGCOMM'13, Hong-Kong, August 2013.
- [2] K. Khoder, A. Pérennec and M. Le Roy, "A 180 Tunable analog phase shifter based on a single all-pass unit cell", Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 55, pp. 2915-2918, 2013.
- [3] B. Ravelo, A. Pérennec, M. Le Roy, " Synthesis of frequency-independent phase shifters using negative group delay active circuit", International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering Volume 21, Issue 1, January 2011, pp. 17-24
- [4] K. Khoder, M. Le Roy, R. Lababidi, A. Pérennec "Déphaseur 360° compact large-bande" JNM Bordeaux, Juin 2015.