



## Laboratoire : LIAS/ENSMA-UP

<b>Encadrant(s) :</b>	BAUER Henri	HDR	<input type="checkbox"/>
	RIDOUARD Frédéric	HDR	<input type="checkbox"/>
	RICHARD Pascal	HDR	<input checked="" type="checkbox"/>

**Mots clés :** ROS 2, DDS, réseaux embarqués hétérogènes, délai de bout en bout, ordonnancement, simulation, validation

### Description du sujet :

Le Robot Operating System (ROS) définit un ensemble de bibliothèques et d'outils afin de développer des logiciels pour la robotique. ROS a été lancé en 2007 pour le développement du robot *Personal Robot 2* (PR2) de la société Willow Garage. Il est aujourd'hui libre de droits et est officiellement supporté par plus de 75 robots.

L'évolution de ROS vers ROS 2 a pour objectif de permettre, notamment, la programmation en temps réel et une plus grande variété d'environnements. Le framework robotique ROS 2 (Robot Operating System 2) utilise DDS/RTSPS (Data Distribution Service/Real-Time Publish Subscribe), un protocole normalisé par l'OMG (the Object Management Group) comme middleware de communication pour la découverte de service, la sérialisation et le transport de données. DDS est un middleware de bout-en-bout pour les systèmes ROS distribués offrant différentes options de « Qualité de Service ».

Le doctorant commencera par faire le point sur la bibliographie dans le domaine et sur les solutions existantes pour la prise en compte des exigences de QoS et de délais pire cas dans les communications de bout-en-bout dans les systèmes robotiques basés sur ROS2. Ensuite l'applicabilité des méthodes de validation temporelle classique (par exemple : calcul réseau, méthode des trajectoires) utilisées couramment dans le domaine des systèmes avioniques, sera étudiée dans le contexte de DDS/RTSPS. Une attention particulière sera apportée à l'approche FA (*Forward End-To-End Analysis*), développée au sein du laboratoire. À terme, il devra implémenter un outil capable de calculer le délai de bout en bout d'un message en DDS/RTSPS.

Les réseaux développés pour les systèmes temps-réel (distribués) ne se basent pas sur un unique protocole. Ils interconnectent un ensemble de protocoles hétérogènes (Ethernet, bus CAN...). Ainsi, dans un second temps, il devra évaluer l'applicabilité de DDS/RTSPS à différents protocoles de bas niveau et proposer des stratégies d'interconnexion entre ces protocoles via des passerelles. Cet outil pourra être étendu à des chaînes fonctionnelles plus larges en intégrant, par exemple, les délais induits au niveau des tâches s'exécutant sur les nœuds de calcul.

**Connaissances requises :** Connaissances en ordonnancement temps-réel et/ou en réseaux embarqués souhaitées. Bonne maîtrise de l'anglais (écrit et oral).