



## Proposition de thèse en Commande digitale des systèmes hydrauliques (Projet P4Hydro)

### Titre : Contribution à l'analyse, la synthèse et la commande digitale des systèmes hydrauliques

#### Contexte de l'étude:

L'hydraulique de puissance malgré son excellente compacité et sa robustesse pâtit de performances médiocres en termes d'efficacité énergétique globale malgré des rendements équivalents à ceux de l'électrique au niveau de la conversion hydromécanique. On peut identifier différentes causes : l'utilisation de composants à boucles hydromécaniques qui ne requiert pas de calculateurs embarqués et une gestion des points de fonctionnement basée sur la dissipation d'énergie dans des restrictions (pertes de charge). Historiquement, pour la commande des systèmes électriques, c'est l'avènement du transistor qui a permis de sortir d'une approche similaire. Aujourd'hui, le développement d'électrovannes hydrauliques ultrarapides garantissant des niveaux de puissance adaptés aux applications traditionnelles de l'hydraulique permet de repenser complètement cette approche classique en hydraulique.

Cette thèse s'inscrit dans le projet P4Hydro, financé par Banque Publique d'Investissement (BPI) dans le cadre de l'appel à projet i-démo, qui associe le laboratoire Ampère à plusieurs industriels pour le développement de technologies en rupture dans le domaine de l'hydraulique pour des applications dans le domaine des véhicules Off-Road et de l'éolien.

#### Descriptif du sujet :

L'objectif de ce travail de thèse est d'imaginer, d'analyser et de commander des structures hydrauliques élémentaires permettant la conversion digitale de puissance. Ces travaux intégreront d'une part une dimension théorique, en s'appuyant sur l'analogie hydraulique – électrique (Bond Graph) et le développement d'un ensemble de principes génériques qui permettront l'étude de ces systèmes, et d'autre part une dimension expérimentale et de simulation avec la mise en œuvre, la caractérisation et la validation des résultats.

Après un état de l'art dans le domaine de la conversion de puissance digitale en hydraulique, le travail se focalisera tout d'abord sur l'étude d'une électrovanne ultrarapide, composant qui sera au centre de l'architecture du convertisseur. Il s'agira ensuite de transposer les structures classiques de conversion statique qui existent en électronique de puissance (Buck, Boost, hacheur, onduleur, ...) sous leur forme hydraulique. Même si théoriquement il est aisé de construire des équivalences entre ces 2 domaines, la mise en œuvre technologique peut s'avérer moins évidente ou viable en pratique. Une bonne compréhension des phénomènes élémentaires dans chacun des domaines est nécessaire afin d'aboutir à une architecture réaliste.

A partir de l'analyse et la démonstration théorique des performances de chacune de ces structures, le travail s'intéressera au développement des lois de commande adaptées à ces technologies avant de les tester en simulation et expérimentalement. Il faudra pour cela évaluer la validité des approches par modèle moyen ainsi que l'influence des non linéarités et des contraintes physiques sur les méthodes de synthèse choisies. La réversibilité de ces architectures de conversion sera également un point d'attention lors de ces travaux.

La démarche sera enfin étendue à l'intégration de ces convertisseurs dans une boucle de commande d'un actionneur (vérin ou moteur). Une mise en œuvre dans un contexte réel (véhicule Off-Road ou éolien) est envisageable si les résultats obtenus le permettent.

Tout au long de la thèse, une réflexion de fond sur l'intégration et la miniaturisation de ces architectures devra être intégrée et alimenter les perspectives en termes d'application.

#### Profil du candidat recherché :

Le candidat, ingénieur généraliste en Génie Mécanique et/ou en Génie Electrique avec une spécialisation en automatique, devra démontrer son goût pour la conduite d'un projet dans son ensemble, être force de proposition, savoir travailler en équipe, rédiger ou présenter de manière synthétique, être moteur dans l'animation entre tous les interlocuteurs.

**Financement :** INSAVALOR – Projet P4Hydro

**Directeur de thèse :** E. Bideaux ([eric.bideaux@insa-lyon.fr](mailto:eric.bideaux@insa-lyon.fr)), Tél : 0472438978

**Lieu de la thèse :** Lyon (Rhône, France)

**Salaire :** niveau ingénieur débutant

**Date limite de candidature :** 15 juillet 2022

**Dossier de candidature :** envoyer 1 lettre de motivation, 1 CV détaillé, 2 lettres de recommandation, les résultats d'école d'ingénieur ou de master et 1 courte synthèse des *Problématiques liées à la conversion de puissance par hachage et leur impact physique et technologique en hydraulique de puissance*.