



## Proposition d'un sujet de thèse

**Titre :** *Développement d'architectures et de commandes pour des micro-réseaux multi-sources connectés en vue d'optimiser la production et la qualité de l'énergie.*

**Mots clés :** énergies renouvelables, micro-réseaux, convertisseurs de puissance, commande DPC (Direct Power Control), commande robuste, commande non-linéaire, qualité de l'énergie.

**Lieu de travail :**

Laboratoire d'Informatique et d'Automatique pour les Systèmes (LIAS) - Équipe A&S,  
Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers (ENSIP) – Université de Poitiers.

**Encadrants :** Jean-Paul GAUBERT et Nezha TRIGEASSOU

**Description du sujet de thèse :**

Ce projet de recherche d'actualité, s'insère dans la thématique de l'optimisation des architectures et du contrôle de micro-réseaux. Il s'appuie sur les travaux récents de l'équipe A&S [1]-[3] et sur la plateforme expérimentale développée au LIAS grâce, en partie, au dernier projet FEDER/CPER.

Les micro-réseaux offrent de nombreux avantages en termes de sécurité, souplesse et capacité d'intégration des énergies distribuées. Ils peuvent fonctionner comme une entité contrôlable autonome ou en tant que sources auxiliaires pour soutenir le réseau principal [4]-[5].

Pour ce faire, le choix de l'architecture de la chaîne de conversion associé à une gestion optimale des flux d'énergie s'impose. Dans ce sens, la définition des différentes structures d'électronique de puissance constituera la première étape de ce travail de thèse. En particulier, les topologies des convertisseurs retenues conditionneront l'emplacement des entités de stockage utilisées qu'elles soient de type permanent (batteries) ou transitoire (super-condensateurs).

En seconde lieu, des lois de commandes devront être élaborées pour assurer le bon fonctionnement du dispositif tel que la régulation du flux des puissances, la resynchronisation entre le micro-réseau et le réseau principal, la régulation/suivi de la tension et de la fréquence du réseau dans les deux modes de fonctionnement, à savoir en ilotage (grid forming) ou interconnecté (grid following) [6]-[8].

Les approches de commande envisagées porteront sur la commande robuste pour les parties du dispositif global sujettes à des variations et sur la commande non-linéaire telle que la commande prédictive associée au contrôle direct de puissance (DPC) [9]-[11]. Par ailleurs, la qualité des ondes électriques en présence de charges non linéaires et déséquilibrées devra être prise en compte pour les convertisseurs de type DC/AC aussi bien en suivi de consigne qu'en rejet de perturbations [12].

L'ensemble de ces développements théoriques sera testé en simulation et par la suite implémenté en temps réel et validé grâce à la plateforme expérimentale micro-réseaux du LIAS.

**Profil Souhaité :** Le candidat, ou la candidate, devra posséder un diplôme de Master 2 recherche ou un diplôme d'une Ecole d'Ingénieurs reconnue et faire preuve d'une réelle motivation pour la recherche. Les compétences requises pour ce sujet de thèse sont l'Automatique, le Génie électrique et l'Electronique de Puissance. Une bonne maîtrise, de l'Anglais et du Français à l'oral comme à l'écrit, est exigée.

**Contact :** Pour toute demande de précisions ou envoi de CV de candidature, merci de vous adresser aux deux encadrants de thèse : [jean.paul.gaubert@univ-poitiers.fr](mailto:jean.paul.gaubert@univ-poitiers.fr) et [nezha.trigeassou@univ-poitiers.fr](mailto:nezha.trigeassou@univ-poitiers.fr).



**Début de la thèse :** Octobre 2024

**Durée :** 3 ans

**Documents à fournir :**

- Curriculum Vitae et lettre de motivation ;
- Notes de Master et/ou du diplôme d'ingénieur ;
- Score au TOEIC ou équivalent ;
- Tout document jugé nécessaire par le candidat pouvant enrichir le dossier de candidature.

**Bibliographie :**

- [1] R. Roupheal, N. Trigeassou, J-P. Gaubert, "Dynamic Maximum Power Point Tracking Method including Detection of Varying Partial Shading Conditions for Photovoltaic Systems", IEEE 24<sup>th</sup> European Conference on Power, Electronics and Applications, EPE'22 ECCE Europe, Hanover, Germany, 2022.
- [2] R. Roupheal, A. Ghamrawi, N. Maamri, J-P Gaubert, "An Improved Maximum Power Point Tracking for Photovoltaic Distributed Energy System associated with a Shunt Active Power Filter", 14<sup>th</sup> Electrimecs, Nancy, May, 2022.
- [3] D. Yassuda Yamashita, I. Vechiu, J-P. Gaubert, A review of hierarchical control for building microgrids, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 18, 2020.
- [4] Ihab Jamal, Mahmoud F. Elmorshedy, Sherif M. Dabour, Essam M. Rashad, Wei Xu, Dhafer J. Almakhlis : "A Comprehensive Review of Grid-Connected PV Systems Based on Impedance Source Inverter", IEEE Access, Vol. : 10, 2022
- [5] S. Peyghami, P. Palensky, F. Blaabjerg, "An Overview on the Reliability of Modern Power Electronic Based Power Systems," IEEE Journal of Power Electronics, Vol. 1, pp. 34 - 50, Feb. 2020
- [6] Ankit Singhal, Thanh Long Vu, Wei Du "Consensus Control for Coordinating Grid-Forming and Grid-Following Inverters in Microgrids", IEEE Transactions On Smart Grid, vol. 13, no. 5, September 2022
- [7] Luiz A. M. Lima, Edson H. Watanabe : "Hybrid Control Scheme for VSC Presenting Both Grid-Forming and Grid-Following Capabilities", IEEE Transactions On Power Delivery, February 2022
- [8] Yitong Li, Yunjie Gu, Timothy C. Green : "Revisiting Grid-Forming and Grid-Following Inverters: A Duality Theory", IEEE Transactions on Power Systems, 2022
- [6] Lan Zheng, Diao Weiye : "A Hierarchical Control Strategy for Isolated Microgrid with Energy Storage", IEEE 1st International Power Electronics and Application Symposium (PEAS), 2021
- [9] Shuo Yan, Yongheng Yang, S. Y. Hui, Frede Blaabjerg "A Review on Direct Power Control of Pulsewidth Modulation Converters", IEEE Transactions On Power Electronics, vol. 36, no. 10, October 2021
- [10] W. Gil-González, A. Escobar-Mejía and O. D. Montoya-Giraldo, "Model Predictive Direct Power Control Applied to Grid-Connected Voltage Source Inverters", IEEE 11th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG), pp. 610-614, 2020
- [11] Amirhossein Azad, H Shateri, Tomislav Dragicevic, Chen Zhang : "A Novel Robust Control Strategy For Grid-Connected PV Systems Based On Modified Direct Power Control", The 6th IEEE International Conference on Predictive Control of Electrical Drives and Power Electronics, 2021
- [12] Mohammad Pichan, Mohsen Seyyedhosseini, Hossein Hafezi "A New DeadBeat-Based Direct Power Control of Shunt Active Power Filter With Digital Implementation Delay Compensation", IEEE Access, vol.: 10, 2022.