

2.6. AALLEGED_

Titre : Amélioration de la Qualité de l'Energie dans les Systèmes de Génération Décentralisée

Porteur du projet : Azeddine HOUARI

Laboratoire : IREENA, université de Nantes

Laboratoire associé : LS2N, Equipe Commande, Université de Nantes

Doctorant : M. Nidhal KHEFIFI

Encadrant : Prof. Mohamed MACHMOUM, Dr. Azeddine HOUARI (IREENA – EA 4642) et Prof. Malek GHANES, LS2N – UMR 6004.

Mots clés : Energies renouvelables, Micro-réseau, Génération décentralisée, Qualité de l'énergie

Verrous scientifiques ou technologiques levés :

- Gestion des flux de puissance dans les systèmes de génération décentralisée avec une forte intégration des énergies renouvelables
- Assurer la stabilité de la tension et de la fréquence dans les micro-réseaux à faible inertie

Etat : Début de la thèse 01/09/2017 ; soutenance prévue pour fin Janvier 2020.

2.6.1. Résumé du projet

La génération distribuée d'électricité offre la possibilité d'intégrer une grande partie des sources d'énergie renouvelables à travers des interfaces localement pilotables basées sur des convertisseurs d'électronique de puissance. La qualité de l'énergie dans ce type de structures dépend essentiellement de la stratégie de commande adoptée, dont le but est de garantir un fonctionnement en adéquation avec les standards internationaux. Ainsi, les travaux envisagés à travers cette thèse s'inscrivent dans la démarche visant à l'amélioration de la qualité de l'énergie d'un micro-réseau isolé comportant plusieurs unités de production décentralisées. Les principales tâches seront l'étude et la modélisation d'un micro-réseau autonome constitué de plusieurs générateurs distribués, l'élaboration de lois de commande avancées des convertisseurs de puissance et la gestion des flux énergétiques. Une attention particulière sera portée sur la répartition des flux de puissances dans le micro-réseau tout en assurant l'élimination des courants de circulation et en incluant les problématiques de stabilité dynamique en cas de perturbations importantes.

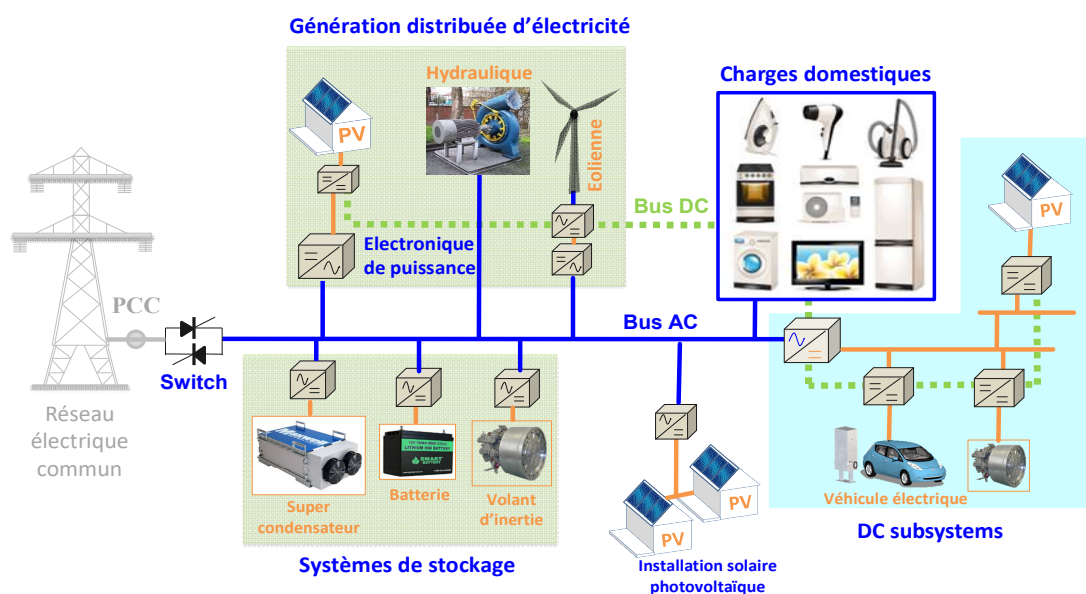


Figure 15 . ALLEGED: Configuration type d'un micro-réseau de génération décentralisée dans le cadre d'une application résidentielle/tertiaire

2.6.2. Résultats du projet

2.6.2.1. Résumé des travaux de thèse

Ces travaux ont porté sur :

1. L'amélioration de la qualité de l'onde d'une unité de génération décentralisée en présence de charges perturbatrices au point de connexion commun. Pour attester des performances obtenues en simulation, des tests expérimentaux sur la plateforme Microréseaux (brique de la plateforme Smart-Power pilotée par l'IREENA dans le cadre des WiseLabs) et des comparaisons ont été réalisés avec une commande conventionnelle de type PI, une commande par passivité sans action intégrale et une commande robuste de type H-infini [C1] [R1] ;
2. La généralisation de l'approche énergétique développée pour un micro-réseau composé de N générateurs distribués où chaque générateur est modélisé par un modèle interne et un modèle d'interaction avec l'ensemble du micro-réseau. La modélisation Hamiltonienne du micro-réseau permet la synthèse de lois de commande garantissant la stabilité en boucle fermée. La méthodologie proposée permet l'intégration de nouvelles unités de production sans refaire la synthèse des lois de commande et la vérification de leur stabilité. Ces travaux sont validés par simulations et un travail de validation expérimentale est en cours de finalisation sur la plateforme Smart-Power du laboratoire [C2] [C3] [R2] [R3] ;
3. Préparation d'un banc de tests : il s'agit d'un environnement expérimental d'une puissance de 10-kW permettant d'émuler à échelle réduite et d'étudier des micro-réseaux de type AC, représentatifs de systèmes de génération décentralisée interconnectant différentes sources d'énergie. Ce banc est constitué de trois unités de production pilotées par un system Dspace 1007 et permettant de mener des études sur l'apport des commandes hiérarchiques dans la stabilisation des micro-réseaux et l'amélioration de la qualité de l'énergie.

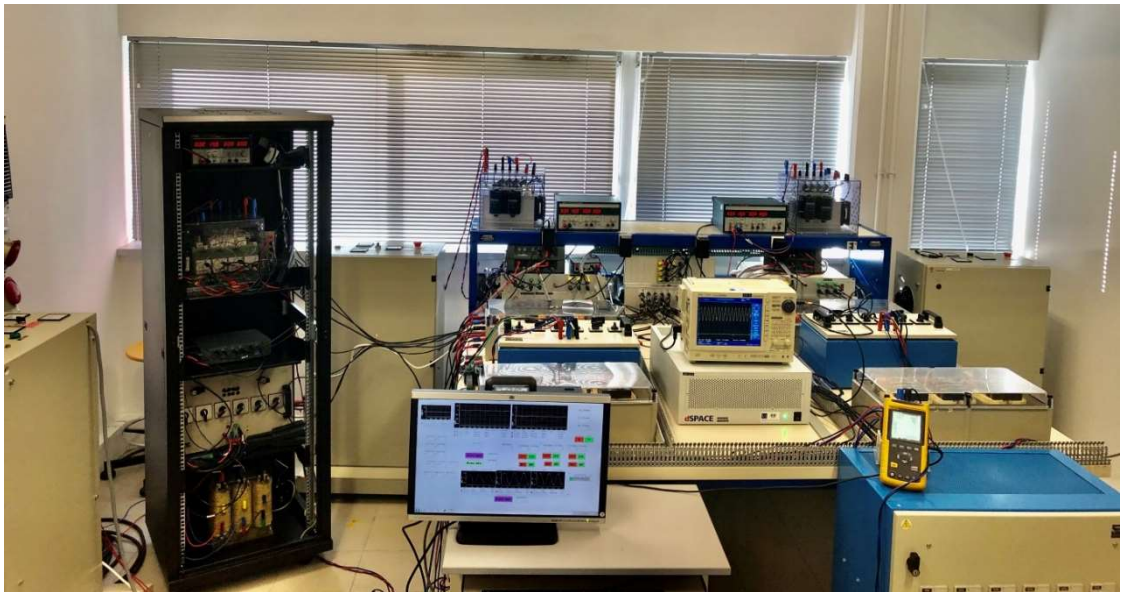


Figure 16. Banc micro-réseau alternatif réalisé au cours du projet ALLEGED (partie de la plateforme Smart Power pilotée par l'IREENA dans le cadre des WiseLabs).

2.6.2.2. Publications

Conférences :

[C1] N. Khefifi, A. Houari, M. Ait-Ahmed, M. Machmoum and M. Ghanes, "Robust IDA-PBC Based Load Voltage Controller for Power Quality Enhancement of Standalone Microgrids," IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Washington, DC, 2018, pp. 249-254.

[C2] N. Khefifi, A. Houari, M. Machmoum and M. Ghanes, "Interconnection and Damping Assignment Passivity Based Control for Power Sharing in Islanded Micro-Grids," 2018 7th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), Paris, 2018, pp. 1157-1161.

[C3] N. Khefifi, A. Houari, M. Machmoum and M. Ghanes, "Etude et analyse de la stabilité petit signal d'un système de génération décentralisé," accepté pour présentation poster au Symposium de Génie Electrique-SGE 2021, Nantes, France.

Revues :

[R1] N. Khefifi, A. Houari, M. Machmoum, M. Ghanes and M. Ait-Ahmed, "Control of Grid Forming Inverter Based on Robust IDA-PBC for Power Quality Enhancement", Sustainable Energy, Grids and Networks, vol. 20, 2019. doi.org/10.1016/j.segan.2019.100276 [IF= 3.182]

[R2] N. Khefifi, A. Houari, M. Machmoum, M. Ghanes, "Interconnection and Damping Assignment Passivity for the Control of PV/Battery Hybrid Power Source in Islanded Microgrid", International Journal of Renewable Energy Research (IJRER), vol. 9, pp. 1790-1802, 2019. (ISSN: 1309-0127) [IF= 3.12]

[R3] N. Khefifi, A. Houari, M. Machmoum, A. Saim et M. Ghanes, " Generalized IDA-PBC Control using Enhanced Decoupled Power Sharing for Parallel Distributed Generators in Standalone Microgrids", accepted in IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 2020. [IF= 5.972]

2.6.2.3. Dissémination

Participation à la journée des doctorants de l'école doctorale MathSTIC JDOC'2019.

2.6.2.4. Equipement et ressourcement

Ce projet a principalement permis le financement de la thèse de doctorat de Nidhal Khefifi.

