

Offre de stage, Année 2023-2024  
Laboratoire : Ampère, UMR 5005 CNRS, INSA LYON

Contrôleur pour un smart-node  
dans un micro-réseau DC maillé

Encadrants

- Herve Morel, DR, laboratoire Ampère CNRS UMR 5005, INSA de Lyon, [Herve.Morel@insa-lyon.fr](mailto:Herve.Morel@insa-lyon.fr)
- Xuefang Lin-Shi : Professeur, laboratoire Ampère CNRS UMR 5005, INSA de Lyon, [xuefang.shi@insa-lyon.fr](mailto:xuefang.shi@insa-lyon.fr)
- Guy Clerc, Professeur, laboratoire Ampère CNRS UMR 5005, Lyon 1, [guy.clerc@univ-lyon1.fr](mailto:guy.clerc@univ-lyon1.fr)

Contexte

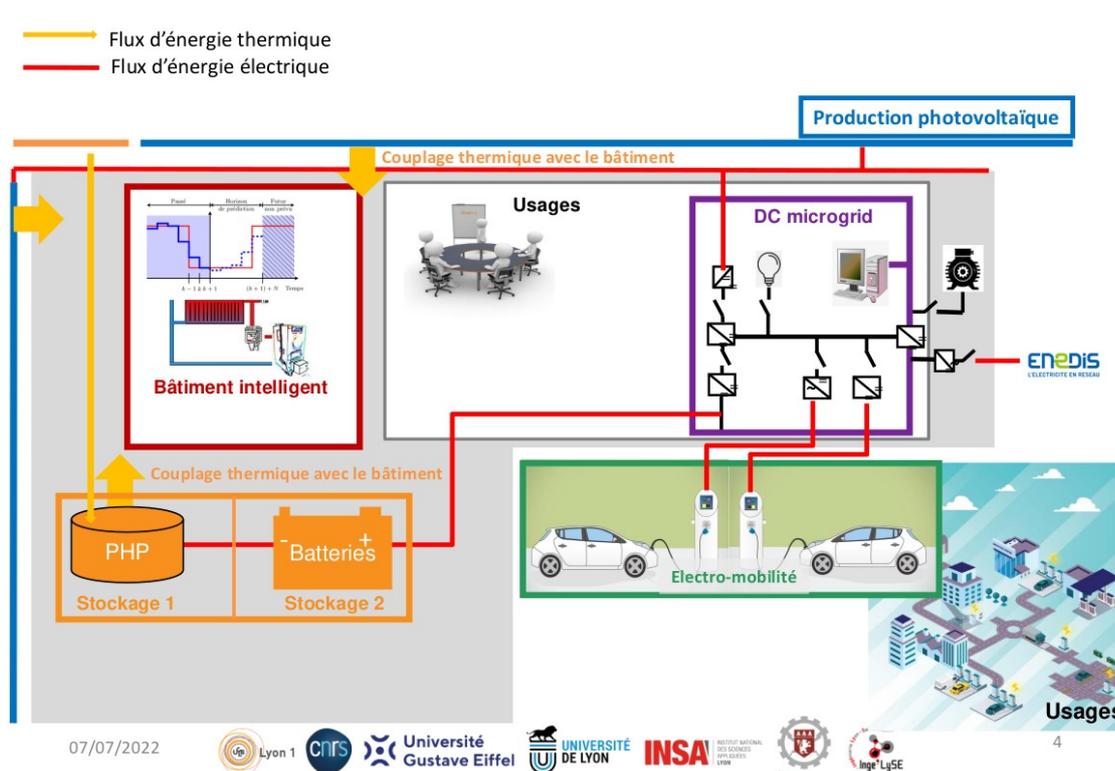


Figure 1: Démonstrateur de la Doua dans le cadre du projet Grid4Mobility

Dans le cadre du projet Grid4Mobility (G4M) un démonstrateur est en cours de déploiement sur le campus de la Doua. Comme le montre la . Dans ce projet un micro réseau DC maillé permet de distribuer l'énergie électrique entre différents éléments générateurs ou consommateurs comme des panneaux photovoltaïques, un réseau AC classique, des véhicules électriques, une charge électrochimique et une salle de réunion alimentée en courant continu.

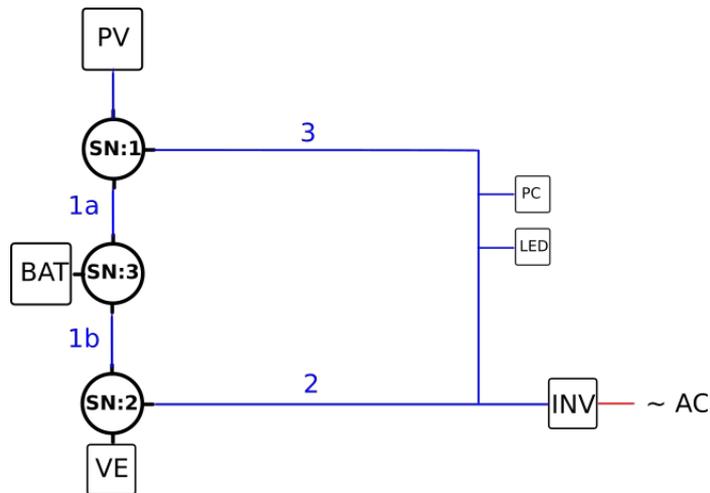


Figure 2: Exemple de configuration du microréseau DC maillé de G4M.

Aujourd'hui, l'essentiel des travaux sur les micro-réseaux concerne les micro-réseaux AC. Les micro-réseaux DC, sont des alternatives prometteuses aux réseaux de distribution AC classiques, notamment pour l'intégration des énergies renouvelables comme les panneaux photovoltaïques (PV) et les éoliennes. Les micro-réseaux DC maillés permettent de réduire la quantité de cuivre à utiliser pour câbler un bâtiment de type tertiaire [1], mais ils demandent le contrôle de la puissance ou du courant dans chaque ligne. Dans le projet G4M, ce contrôle de flux (ou Power Flow Control) est assuré par des smart-nodes comme le montre la Figure 2. Lors d'un projet précédent, les smart-nodes avaient été réalisés avec des convertisseurs de type split-pi, comme le proposait la littérature [2]. Les auteurs s'inspiraient de la technique du droop-control [3] et mettaient en œuvre une stratégie de basculement automatique d'un contrôle de courant ou de flux à un contrôle de tension, largement utilisés dans les réseaux DC [4], comme le montre la .

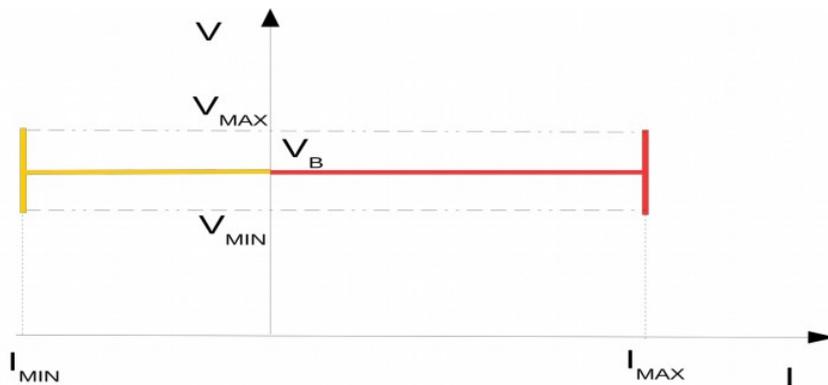
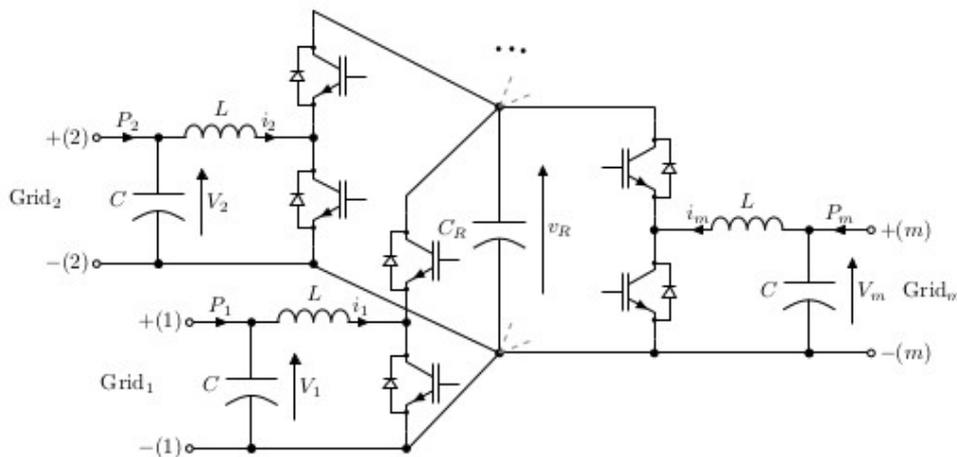


Figure 3: Stratégie de contrôle en régime établi proposée pour chaque branche du smart-node.

Cette stratégie a été mise en œuvre et testée avec succès en utilisant des convertisseurs de type split-pi pour les branches des smart-nodes dans des réseaux maillés DC jusqu'à 20 kW [1]. Toutefois la robustesse de ce contrôleur a été limitée et a donné lieu à des travaux dans le cadre de la thèse de Tanguy Simon [5] et Erreur : source de la référence non trouvée.

Ce sujet de stage s'intègre donc dans les essais de la plateforme G4M en reprenant la structure simplifiée de convertisseur proposée à la Figure 4.



Fig

ure 4: Structure du smart-node basé sur des bras de hacheurs réversibles Erreur : source de la référence non trouvée.

## Détail du sujet

L'objectif du stage consiste à construire un régulateur du smart-node implémentant la stratégie des réseaux DC donnée à la .

1. Etude bibliographique rapide de l'évolution de la régulation des réseaux DC maillés.
2. Développer un régulateur simple d'une branche, puis du smart-node par la simulation (Matlab/Simulink).
3. Tester son comportement dans différentes phases démarrage, rupture de ligne, changement de la consommation ou de la production
4. En fonction du temps disponible, tester le régulateur sur le démonstrateur (compatible Matlab/Simulink).

## Profil recherché

Pour ce stage, nous recherchons un étudiant de niveau master avec un profil génie électrique, ayant des connaissances en automatique.

## Bibliographie

- [1] Hervé Morel, Loïc Michel, Guy Clerc, Pascal Bevilacqua, Mohamed Barara, et al.. Microréseaux DC : avantages des réseaux maillés. Symposium de Génie Electrique (SGE'18), U, Jul 2018, Nancy, France. Hal-02134229
- [2] BARARA, Mohamed, MOREL, Hervé, et CLERC, Guy. Control strategy scheme for consistent power flow control in meshed dc micro-grids. In : *COSYS-DC, International Conference on Components and Systems do DC Grids. Grenoble, France. 2017.* hal-01793569.
- [3] FERREIRA, Rodrigo AF, BRAGA, Henrique AC, FERREIRA, Andre A., et al. Analysis of voltage droop control method for dc microgrids with Simulink: Modelling and simulation. In : *2012 10th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications.* IEEE, 2012. p. 1-6.
- [4] T. Nakajima and S. Irokawa, "A control system for HVDC transmission by voltage sourced converters," *1999 IEEE Power Engineering Society Summer Meeting. Conference Proceedings (Cat. No.99CH36364)*, Edmonton, AB, Canada, 1999, pp. 1113-1119 vol.2, doi: 10.1109/PESS.1999.787474.

- [5] T. Simon, M. Giaccagli, J.-F. Trégouët, D. Astolfi, V. Andrieu, X. Lin-Shi, and H. Morel, “Robust Regulation of a Power Flow Controller via Nonlinear Integral Action”, in IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2023. DOI: 10.1109/TCST.2023.3236474
- [6] T. Simon, J.-F. Trégouët, X. Lin-Shi, and H. Morel, “Robust Nonlinear Control of a Power Flow Controller for Meshed DC Grids”, in Control Engineering Practice, 2022. DOI: 10.1016/j.conengprac.2022.105389