

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **25 avril 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Monsieur Philippe CAMAIL**

Titre de la thèse : Conversion DC/DC cascadée à gestion partielle de puissance pour le solaire photovoltaïque à concentration

Résumé



Cette thèse, menée en cotutelle entre l'Université Lyon 1 et l'Université de Sherbrooke, propose une approche novatrice pour améliorer l'efficacité énergétique des systèmes photovoltaïques à concentration (CPV). Le travail débute par une présentation des principes fondamentaux des panneaux CPV, qui utilisent des cellules solaires multi-jonctions et des lentilles de Fresnel pour maximiser l'efficacité photo-électrique. Ces systèmes, bien qu'efficaces, sont pénalisés par des pertes importantes dues à l'ombrage, au désalignement et aux interconnexions série et parallèle des panneaux utilisés actuellement. Ces limitations affectent la capacité à exploiter le maximum d'énergie disponible. L'objectif principal de la thèse est de concevoir et d'évaluer des convertisseurs DC/DC spécifiques capables de gérer ces contraintes tout en restant économiquement viables. L'étude se focalise sur la gestion partielle de puissance (PPC), une méthode qui offre un compromis entre l'amélioration de l'efficacité énergétique et la limitation des surcoûts. Contrairement à la gestion classique de puissance complète, la PPC permet de traiter uniquement une fraction de la puissance totale, réduisant ainsi les dimensions et les pertes dans l'électronique de puissance. Le choix de ce paradigme de conversion a émergé d'une étude technico-économique basée sur l'état de l'art des convertisseurs DC/DC utilisés pour le CPV. La recherche inclut une modélisation détaillée des systèmes CPV, des simulations des pertes énergétiques, et des scénarios d'irradiance pour mieux comprendre les impacts des phénomènes comme l'ombrage partiel. La solution retenue pour l'étage de conversion DC/DC ajouté entre les panneaux et l'onduleur central est basée sur la mise en cascade de buck-boosts à gestion différentielle de puissance (DPC) et de flyback active clamp fonctionnant en gestion partielle de puissance série (S-PPC). Deux chapitres sont dédiés à leur dimensionnement et leur réalisation. L'analyse énergétique et économique, appuyée par des simulations de l'électronique de puissance ainsi que des tests, démontre que la topologie choisie offre des résultats prometteurs concernant l'efficacité énergétique globale des installations CPV, sans nécessiter une refonte complète des infrastructures existantes.