

# Interconnexion de sources renouvelables : Convertisseur Multi Active-Bridge

A. MERROUCHE <sup>1,2</sup>, T. TALBERT <sup>1</sup>, D. MATT <sup>2</sup>, T. MARTIRÉ <sup>2</sup>, G. PELLECUER <sup>2</sup>, J.J. HUSELSTEIN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *laboratoire PROMES-CNRS, UPR 8521, Université de Perpignan Via Domitia, Perpignan*

<sup>2</sup> *IES Institut d'Électronique, UMR 5214, Université de Montpellier, Montpellier*

Contact e-mail : [abdennour.merrouche@promes.cnrs.fr](mailto:abdennour.merrouche@promes.cnrs.fr)

## I. Introduction

L'impact important des énergies fossiles dans les émissions de CO<sub>2</sub>, cumulé à la limitation des réserves de combustibles sur Terre, présente une restriction quant à l'utilisation de ces sources pour produire de l'électricité. En effet, ces émissions de gaz à effet de serre présentent une réelle problématique vis-à-vis du réchauffement climatique. L'exploitation des énergies fossiles n'est donc pas une solution viable à long terme, et leur utilisation doit être réduite dans les années à venir. Pour répondre à ce défi écologique, l'utilisation des énergies dites renouvelables devient essentielle pour assurer l'alimentation en énergie électrique. Le développement d'installations photovoltaïques PV domestiques pour l'autoconsommation est devenu une solution inévitable. Cependant, l'énergie solaire est par définition intermittente et dépend fortement des conditions météorologiques, ne permettant pas ainsi de l'exploiter de façon permanente. L'utilisation de moyens de stockage est alors indispensable pour assurer l'alimentation des installations en continu. Le stockage à l'aide de batteries est une première solution, mais elle ne permet pas de stocker de l'énergie à long terme. Le stockage par hydrogène est une option prometteuse pour stocker le surplus d'énergie produite par l'installation PV en été afin de la consommer plus tard lorsque la production solaire est insuffisante. L'hydrogène peut être produit par électrolyse de l'eau à partir de l'électricité solaire excédentaire, puis stocké sous forme de gaz ou de liquide dans des réservoirs. Cet hydrogène peut être converti en électricité à l'aide d'une pile à combustible. Cette solution présente des problématiques d'interconnexions électriques. En effet, les transferts d'énergie entre de multiples sources de nature complètement différentes sont complexes et nécessitent le développement de solutions spécifiques. Pour répondre à cette problématique, l'utilisation d'un convertisseur de type Multi-Active Bridge (MAB) est parfaitement adaptée. Il permet l'interconnexion de ces différentes sources de nature différente à travers un transformateur magnétique particulier. Ce résumé se focalise sur la réalisation de ce convertisseur.

## II. Convertisseur Multi Active-Bridge (MAB)

Les travaux de thèse présentés ici ont permis de mettre en œuvre un convertisseur Multi-Active Bridge à 3 ports (Figure 1). Cette structure permet d'interconnecter trois sources de courant continu à travers 3 onduleurs triphasés et un transformateur servant d'élément de couplage, conçu spécifiquement pour l'application. Chaque onduleur génère dans le transformateur un flux magnétique. À l'équilibre, les flux magnétiques des 3 onduleurs se compensent et aucune puissance n'est échangée. Par ajustement de la commande des onduleurs en jouant sur le déphasage entre les ordres de commande, on peut créer un déséquilibre magnétique et transférer de l'énergie d'une source à une autre. C'est le principe de la commande « phase-shift ».

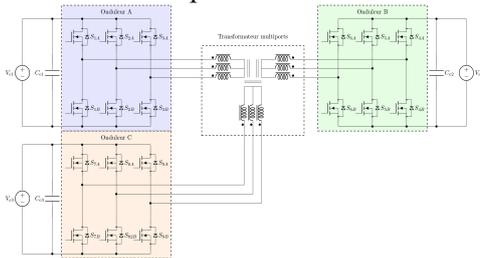


Figure 1 : Schéma électrique du Multi Active-Bridge

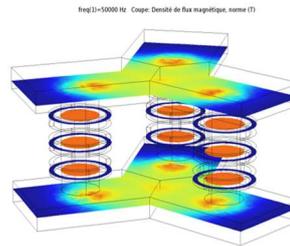


Figure 2 : Modélisation électromagnétique du transformateur

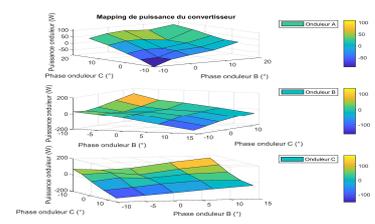


Figure 3 : Mapping de puissance du convertisseur en fonction des déphasages

La réalisation d'un tel convertisseur passe par trois étapes. Une première étape, dite théorique, a permis de dimensionner les différents éléments du convertisseur, mais également de valider le principe de fonctionnement et de déterminer les équations des flux de puissance échangés entre les différentes sources en fonction des grandeurs de commande (Eq. 1). Cette analyse théorique a été complétée par des simulations numériques 3D par éléments finis (Figure 2) qui ont permis de confirmer le dimensionnement théorique du transformateur en intégrant un modèle magnétique de Jiles-Artheton. Le prototype a été ensuite réalisé, et les premiers résultats présentés sur la Figure 3, ont permis de valider le fonctionnement et de montrer que l'on peut contrôler les flux de puissance échangés à l'aide de la commande phase-shift.

$$P_a = - \frac{3V_m^2 \cdot \left( \frac{\sin(\varphi_{ab})}{L'_{fb}} + \frac{\sin(\varphi_{ac})}{L'_{fc}} \right)}{2L_{fa} \cdot w \cdot \left( \frac{1}{L'_\mu} + \frac{1}{L'_{fa}} + \frac{1}{L'_{fb}} + \frac{1}{L'_{fc}} \right)} \quad (1)$$