



Université Lille Nord de France  
Pôle de Recherche  
et d'Enseignement Supérieur

## Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



**Titre : Modélisation et Commande des convertisseurs AAC (Alternate Arm Converter) en vue de son Intégration dans le Réseau Electrique**

**Financement prévu :** Ecole Centrale de Lille  
**Cofinancement éventuel :** Région haut de France  
**Cofinancement éventuel :** EDF

**Directeur de thèse : Xavier Guillaud**  
**E-mail :** [xavier.guillaud@centralelille.fr](mailto:xavier.guillaud@centralelille.fr)  
**Co-encadrant de thèse :** Gruson François  
**E-mail :** [francois.gruson@ensam.eu](mailto:francois.gruson@ensam.eu)

**Laboratoire :** L2EP - EA 2697  
**Equipe :** Réseau

**Mots clés :** Convertisseur, AAC, Contrôle/commande, HVDC, Réseau de Transport, FACTS

### Descriptif :

Le transport d'électricité est effectué très majoritairement en Haute Tension Alternative (HVAC). Or, il devient quasiment impossible d'installer de nouvelles lignes aériennes. Le transport en haute tension continu (HVDC) propose une alternative intéressante pour les liaisons sous terraines (ex : liaison France Espagne) mais aussi pour les liaisons sur de longues distances. Il commence à être utilisé aussi pour le raccordement des éoliennes offshore lointaines.

Ce type de transport à courant continu nécessite des convertisseurs AC/DC pour s'interconnecter avec le réseau HVAC. Les structures d'électronique de puissance classique ne peuvent pas être utilisées pour ce type d'application. Au cours des dernières années, la topologie des Convertisseurs Modulaires Multiniveau (MMC) s'est imposée industriellement. Cette topologie permet de générer des signaux ne nécessitant pas de filtrage et avec un rendement très élevé. Grâce à sa structure modulaire, ses avantages sont:

- Efficacité (rendement > 99%)
- Flexibilité (La tension adaptable par l'ajout de sous-modules)
- Fiabilité (redondance possible)
- Compacité : Empreinte au sol plus faible

La structure MMC peut être décomposée deux sous-groupes :

- MMC avec des « demi-ponts »
- MMC avec des « ponts complets »

Les MMC avec des demi-ponts ont l'avantage d'avoir un rendement plus élevé qu'avec les ponts complets mais contrairement à ce dernier les MMC en demi-ponts ne supportent pas un court-circuit coté continu et nécessitent donc des disjoncteurs continus. La technologie des disjoncteurs continus pour les niveaux de tension et courant visés n'est pour l'instant pas aboutie. Dans l'attente, le système est stoppé rapidement en cas de court-circuit.



La structure AAC (pour Alternate Arm Converter en anglais) est un sérieux concurrent du MMC. La structure de l'AAC est une structure hybride entre un onduleur 2 niveaux (bien connu depuis les années 1990) et un convertisseur MMC. Le convertisseur AAC présente les mêmes caractéristiques qu'un MMC pont complet en termes de fonctionnalité (possibilité de contrôler le courant de court-circuit DC) mais avec des pertes semblables à celle d'un MMC demi-pont. Elle souffre, par contre, d'une plus grande complexité de contrôle.

Cette thèse a pour objectifs de modéliser, dimensionner et de proposer un contrôle rigoureux de ce convertisseur. Les caractéristiques électriques du AAC seront comparées à celles du MMC.

Après une phase de recherche bibliographique, le doctorant devra modéliser le convertisseur en vue de proposer un dimensionnement optimal des différents éléments le constituant. Dans une seconde phase, le développement rigoureux d'un contrôle devra être réalisé. Une comparaison en termes de comportement, de pertes, de rendement devra être présentée. Nous envisageons de réaliser en parallèle de ces études un prototype permettant de valider expérimentalement les développements proposés. A la suite de ces études, l'introduction du convertisseur dans le réseau maillé DC à échelle réduite sera réalisée. Pour finir, les travaux seront synthétisés dans un mémoire. En parallèle de ces tâches, la rédaction et soumission d'article de conférence et de revue sera à effectuer.