

▪ Objectifs généraux

Les convertisseurs statiques sont des circuits électriques utilisant des semi-conducteurs de puissance en régime de découpage pour **traiter l'énergie électrique à haut rendement** et assurer les fonctionnalités suivantes :

Transformation : génération d'une tension alternative à partir d'une source continue et vice versa.

Régulation : alimentation constante d'une charge à partir d'une source variable.

Adaptation : alimentation d'une charge basse tension à partir d'une source haute tension et vice versa.

• Composition de l'équipe

3 chercheurs du CNRS, 6 enseignants-chercheurs, 2 ingénieurs et 1 technicien

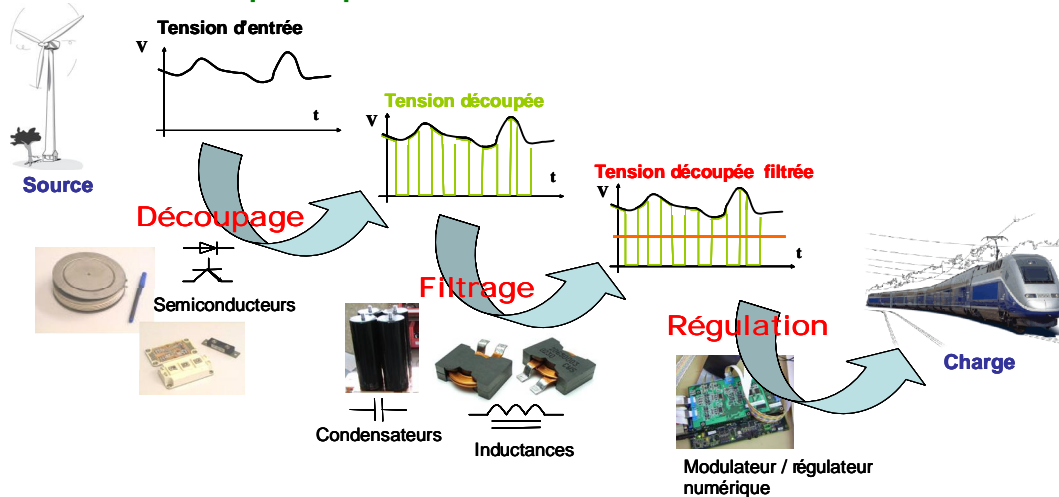
Blaquière J.-M. (IE – 50%)
 Cheron Y. (DR)
 Cousineau M. (MC)
 Fontes G. (MC)
 Flumian D. (Ing. CNAM contractuel)
 Gateau G. (PR)

Ladoux P. (PR)
 Meynard T. (DR)
 Richardeau F. (DR)
 Risaletto D. (MC)
 Sarraute E. (MC HC)
 Vinnac S. (T – 50%)

18 Doctorants, 2 post-doc

28 octobre 2011

▪ Objectifs de l'électronique de puissance



Nos activités de recherche couvrent les problématiques principales de la conversion d'énergie électrique et reposent sur la combinaison d'approches théoriques et expérimentales autour de la notion de **cellule de commutation**.

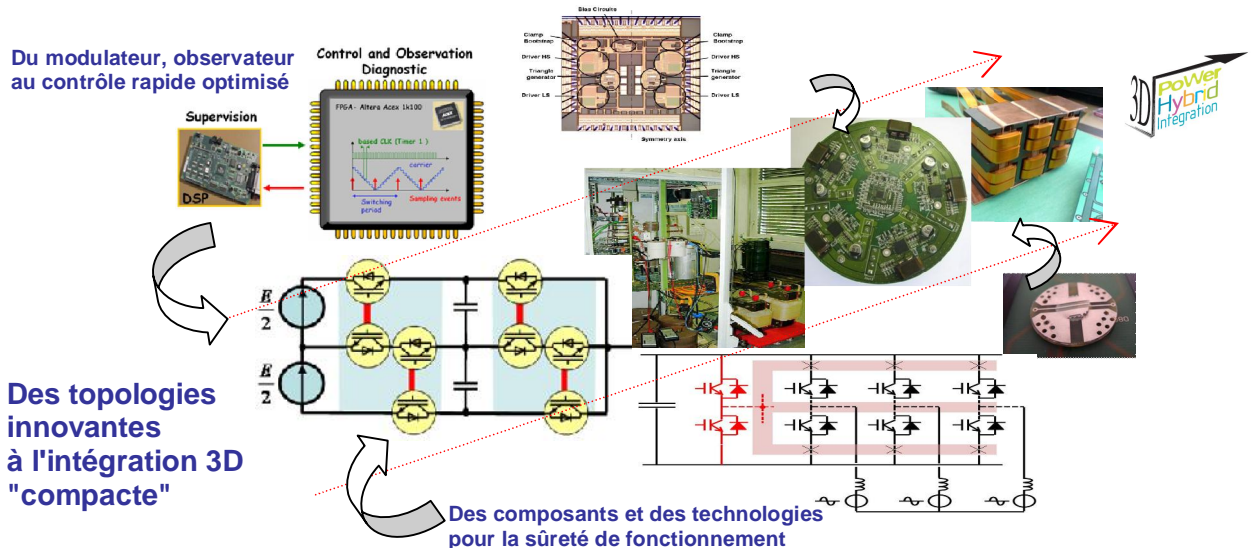
Le groupe s'est spécialisé dans l'étude de **nouvelles structures de convertisseurs multicellulaires** de moyenne et de forte puissance (du *kW* au *MW*) mettant en jeu **des agencements originaux des cellules de commutation imbriquées séries, superposées parallèles et la parallélisation globale ou partielle par des dispositifs innovants de couplages magnétiques**. Ces agencements, considérés seuls ou mixés, sont mis à profit pour produire des formes d'ondes multiniveaux à haute fréquence apparente permettant de réduire le coût du filtrage sur une très large gamme de besoins :

- ✓ pour applications à très basse tension d'alimentation (de 10 V à 50 V) → parallélisation de cellules,
- ✓ pour applications à très haute tension d'alimentation (> kV) et/ou à fort courant (> 500 A) → imbrication et superposition de cellules.

Ceci en intégrant les contraintes spécifiques à ces domaines dès la phase de conception.

La **validation de ces nouvelles structures** de conversion nécessite le développement spécifique de **contrôles analogiques et numériques rapides permettant l'observation et la gestion de l'ensemble des variables d'état internes**. Elle passe systématiquement par une réalisation expérimentale à un niveau de puissance significatif, ce qui suppose de traiter les problèmes de connectique, de thermique, d'assemblage tridimensionnel et d'intégration de la commande (ASIC, FPGA). **Des outils de simulation, co-simulation et d'optimisation sont utilisés, adaptés et couplés afin de déterminer, globalement, les meilleurs compromis lors de la phase de dimensionnement et de commande rapprochée (MLI)**. Cette méthodologie est en particulier mise en œuvre pour **la conception de convertisseurs compacts dans le cadre du programme 3DPHI**. Ces études sont complétées par des travaux sur la robustesse des composants de puissance et leurs modes de défaillance en relation avec la topologie du circuit donnant lieu à **nouvelles structures sécurisées et à propriétés de tolérance de pannes**.

■ Axes de recherche



✓ **Convertisseurs multiniveaux de forte puissance à contrôle rapproché optimisé**

Ces travaux de recherche concernent la conception d'architectures de convertisseurs de forte puissance (de la dizaine de kW à la centaine de MW) permettant de garantir la qualité de l'énergie électrique. Le choix des topologies est systématiquement effectué en adéquation avec les contraintes particulières liées à la charge, à la source d'énergie disponible, ou au processus. L'approche méthodologique est basée sur des associations (imbrication, superposition, parallélisation, couplage, ...) de cellules de commutation permettant d'exploiter au mieux les caractéristiques de semi-conducteurs actuels afin d'atteindre les niveaux de tension et/ou de courant souhaités. Ces nouvelles topologies demandent cependant de reconsidérer la commande rapprochée et nécessite un travail approfondi sur l'utilisation des technologies numériques avancées.

✓ **Sûreté de fonctionnement des convertisseurs**

Qu'il s'agisse des transports collectifs ou des systèmes de production en flux tendu, l'électronique de puissance joue un rôle croissant au cœur des applications critiques. Cette opération regroupe un ensemble de travaux sur la conception de la sûreté de fonctionnement des convertisseurs en mêlant de façon

homogène des approches méthodologiques et technologiques : diagnostic électrique et thermique des composants, isolement électrique et mise en sécurité, architectures robustes et tolérantes aux défaillances internes par redondance passive ou active intégrée, gestion des modes secours.

✓ **Convertisseurs basse tension fort courant pour composants électrochimiques et le stockage**

Afin de développer des convertisseurs adaptés aux caractéristiques TBT des composants électrochimiques, des travaux de modélisation de ces composants sont menés en collaboration avec l'équipe GENESYS. Ils servent de base pour l'étude de structures à fort rapport d'élévation de tension et à haut rendement énergétique.

✓ **Intégration tridimensionnelle des systèmes de conversion d'énergie**

L'intégration en électronique de puissance est essentiellement bidimensionnelle car la conception est contrainte par la nécessité d'une surface plane d'échange thermique. Le développement d'une filière technologique nouvelle permettant d'utiliser la troisième dimension doit redonner des degrés de liberté et permettre d'obtenir des systèmes plus compacts, plus faciles à produire de manière automatisée, et donc moins chers.

■ Collaborations et valorisation

✓ **Principaux partenaires industriels**

ABB Corporate Research – Baden	CIRTEM
AIRBUS	LIEBHERR Aerospace
ALSTOM Transport – Plate-forme PRIMES	SCHNEIDER ELECTRIC - APS
	SNCF – Direction de l'ingénierie

✓ **Partenaires universitaires nationaux**

IES (Montpellier)	LAAS (Toulouse)
G2ELAB (Grenoble)	SATIE (Cachan)

✓ **Partenaires universitaires internationaux**

GRUCAD - Université Fédérale Santa Catarina – Florianópolis - Brésil
LEEPCI – Université Laval à Québec
LSS - Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis
PowerLab – Université technique fédérale Santa Maria Valparaíso - Chili
SUN - Université de Naples