

L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE DANS LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES DE DEMAIN

Face à l'impératif de transition énergétique, l'intégration croissante des énergies renouvelables soulève deux problématiques majeures. D'un côté, la gestion de l'intermittence de cette production renouvelable. De l'autre, le remplacement progressif des générateurs synchrones par ces sources renouvelables connectées au réseau par de l'électronique de puissance. Ce focus s'intéresse à ce deuxième aspect de l'évolution de nos réseaux électriques.

Jusqu'à présent, les générateurs synchrones fournissaient les services nécessaires au maintien de la stabilité des réseaux électriques, tels que l'inertie ou encore la régulation de la fréquence et de la tension. Aujourd'hui, la nature même des convertisseurs à électronique de puissance et des sources d'énergie renouvelables induit un comportement dynamique différent. Cette mutation est source de défis pour les acteurs du réseau mais offre également des opportunités nouvelles comme une plus grande flexibilité ou encore un pilotage actif et précis.

Quels défis pour les gestionnaires de réseaux ?



Par **O. Despouys**,
R&D Project Manager RTE

Le raccordement des nouvelles sources de production d'énergie éolienne et photovoltaïque, à travers des équipements d'électronique de puissance, est un enjeu multiple pour les gestionnaires de réseaux. En effet, ces équipements se comportent différemment des générateurs synchrones utilisés jusqu'alors ce qui place les gestionnaires face à de nouveaux challenges tels que :

- L'interopérabilité et les interactions entre convertisseurs, ou avec des équipements passifs du réseau.
- La protection de réseaux puisque l'injection de courants de défaut évolue significativement avec le remplacement des machines synchrones par des convertisseurs.
- La maîtrise de la fréquence dans un contexte d'inertie en constante réduction.

Un nouveau type de stabilité a d'ailleurs été récemment défini, converter-driven stability^[1], pour tenir compte des phénomènes liés aux boucles de contrôle très rapides (PLL, régulation de courant) des équipements d'électronique de puissance, pilotées par des algorithmes protégés et inaccessibles aux gestionnaires de réseaux.

Ces défis poussent ces derniers et la communauté scientifique à anticiper des solutions innovantes (parmi lesquelles, les contrôles type « grid forming »), à la fois pertinentes pour le système électrique futur et pour la période de transition que nous vivons.

[1] Voir : N. Hatziairgiou et al., «Definition and Classification of Power System Stability – Revisited & Extended,» in IEEE Transactions on Power Systems, vol. 36, no. 4, pp. 3271-3281, July 2021

Le mot du Comité



par **Michel Hecquet**,
Président du Comité
Scientifique du Pôle MEDEE

Les enjeux liés à l'intégration massive des énergies renouvelables sont au cœur de l'axe 3 du Comité Scientifique du pôle MEDEE « Intégration système, gestion de l'énergie et stockage ». Le développement des convertisseurs à base d'électronique de puissance, discuté dans cette nouvelle édition du MEDEE FOCUS, est l'un des volets d'intérêt de cet axe, au côté notamment des enjeux liés aux smart grids et à l'électromobilité.

Comment limiter les risques du côté de la production ?



Par **V. Costan**,
ingénieur de recherche EDF R&D

Quand des installations à base d'électronique de puissance sont situées à proximité d'un groupe synchrone conventionnel, il existe un risque d'interactions torsionnelles. Suite à une perturbation venue du réseau, la ligne d'arbres du groupe synchrone peut être excitée, c'est-à-dire soumise à des oscillations hyposynchrones. Elles sont généralement amorties et disparaissent en quelques secondes. Toutefois, lorsque l'installation à base d'EP est à proximité du groupe, et selon son contrôle/commande, l'amortissement peut être réduit, et dans le pire des cas, les oscillations entretenues voire amplifiées. La réduction de l'amortissement des oscillations hyposynchrones a pour conséquence l'augmentation de la fatigue torsionnelle de la ligne d'arbres, pouvant conduire à sa rupture.

EDF et RTE ont la volonté d'analyser le phénomène, en réalisant une étude commune qui s'appuie sur l'exemple de la centrale de Gravelines et la liaison à courant continu IFA2000. L'objectif est de définir la méthodologie d'une étude en temps différé et en temps réel des oscillations hyposynchrones entre un groupe de production et une liaison HVDC. Cette méthodologie servira aux futures études d'interactions torsionnelles.

Quel rôle pour les académiques ?



Par **X. Guillaud**, Responsable de l'axe 3 du Comité Scientifique de MEDEE

L'augmentation rapide du nombre de convertisseurs d'électronique de puissance dans les réseaux est un défi technologique mais aussi conceptuel. En effet, les principes théoriques permettant de comprendre le comportement dynamique des réseaux étaient jusqu'ici largement basés sur le fonctionnement électromécanique de la machine synchrone. Étant donné que le fonctionnement des convertisseurs est complètement différent, l'ensemble du corpus théorique développé depuis de nombreuses années doit être largement repensé.

Ce travail est grandement complexifié par les règles de propriétés intellectuelles appliquées strictement par les constructeurs de matériel qui empêchent de connaître exactement les lois de commande développées pour ces dispositifs.

Depuis 2010, l'équipe réseau du L2EP a commencé à travailler sur ces thématiques avec l'idée d'apporter une approche méthodologique et structurée que ce soit pour la modélisation des convertisseurs statiques AC/DC de très forte puissance, les réseaux courant continu multi terminaux ou bien le contrôle de convertisseurs de type grid forming. Pour illustrer les aspects purement théoriques, des équipements expérimentaux ont été développés sur la plateforme EPMLab, comme un mini réseau DC multiterminal, comprenant 5 convertisseurs AC/DC et un réseau de câbles pour en étudier la stabilité. Nous avons aussi pu tester les performances d'un convertisseur grid forming dans le cadre du projet européen Migrate ou encore développer une maquette échelle réduite d'un convertisseur MMC (voir photo).

Pour toutes ces expérimentations, la simulation temps réel a joué un rôle primordial soit pour simuler l'environnement réseau, externe au dispositif étudié ou bien pour aider au développement des lois de commande.

ETUDIER LES CONVERTISSEURS DES RÉSEAUX COURANT CONTINU DU FUTUR

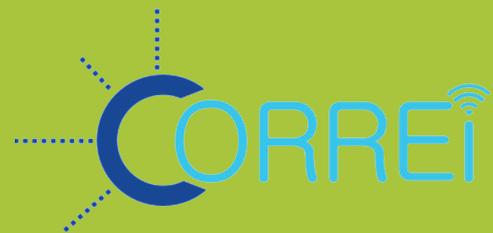
L2EP - Arts et Métiers Sciences et Technologies

ESME Sudria

Université d'Edinburgh

À l'origine délaissé par les réseaux électriques lui préférant le courant alternatif dont les caractéristiques (intensité et tension) pouvaient être facilement modifiées à l'aide d'un transformateur, des contraintes technico-économiques font que l'introduction de liaisons en courant continu et haute tension (HVDC) dans le réseau de transport s'intensifie depuis une décennie. Un maillage international plus fort permet de renforcer les liens énergétiques des différents pays tout en y insérant des grands centres de production renouvelable (éolien, hydrolien). Le projet DICIT, pour Développement et Intégration des Convertisseurs statiques DC/DC pour l'Interconnexion et le Transport de l'Energie Electrique sur les réseaux en HVDC, vise à développer les interconnexions du réseau électrique en courant continu à l'échelle internationale. Ce projet, subventionné par l'ANR, a pour but la mise au point des modèles et le contrôle de convertisseurs DC/DC Haute Tension et leur déploiement dans des modèles de réseau pour favoriser le développement d'un réseau de transport DC maillé. Un démonstrateur sera réalisé lors de la phase finale de ce projet et installé à l'EPMLab. DICIT a été labellisé par le Comité Scientifique de MEDEE.

MMC (Convertisseur Modulaire Multiniveaux) développé par le L2EP et intégré à la plateforme EPMLab.
@Photothèque Arts et Métiers - 2018.



FÉDÉRER LA FILIÈRE RÉGIONALE AUTOUR DU CORREI

Au-delà des enjeux abordés ici, MEDEE s'engage pour renforcer les travaux et les échanges autour des réseaux électriques de demain.

Avec le soutien de la Région Hauts-de-France et de l'ADEME, le pôle est ainsi animateur du CORREI - Collectif Régional des Réseaux Energétiques Intelligents. Sous la Présidence de Mathias POVSE, Directeur de l'Action Régionale d'EDF et Président de MEDEE, l'ambition est de promouvoir les projets et les compétences du territoire pour accélérer le déploiement concret des REI. Lorsque les réseaux intègrent les nouvelles technologies de l'information et de la communication, de nouvelles opportunités pour optimiser la production et la consommation et offrir de nouveaux services aux usagers apparaissent.

Un levier de plus pour la transition énergétique en région : rejoignez-nous !

NOV. MEDEE FOCUS

2021

La lettre de veille scientifique du Pôle Medee

Conception : CAD
Réalisation : MEDEE

PLUS D'INFOS : POLE-MEDEE.COM

