

## Outils et modèles pour l'étude et l'analyse de la stabilité dynamique des réseaux mixtes AC et DC

### Contexte :

Le vecteur électrique est au cœur des scénarios bas carbone et le réseau électrique doit évoluer afin de pouvoir absorber l'augmentation du nombre de sources renouvelables connectées. C'est notamment le cas du réseau de distribution. Aujourd'hui basé sur une distribution en courant alternatif, la question se pose de développer un réseau de distribution en courant continu moyenne tension, la plupart des nouvelles sources ou moyens de stockage ayant un étage continu. Ce réseau viendrait en renfort et non en remplacement du réseau existant afin de limiter les coûts.

Il est donc important d'analyser le comportement de ce réseau mixte AC/DC et de comprendre comment les flux énergétiques vont se répartir dessus. Ainsi, un projet a été lancé dans le cadre des PEPR (Programmes et équipements prioritaires de recherche) TASE (Technologies avancées des systèmes énergétiques) nommé DC-Architect. Il regroupe 16 laboratoires ou organismes de recherche pour travailler sur les architectures possibles, les règles de fonctionnement et les briques de conversion statique à développer. Le projet, débuté en 2023, voit son dernier work package sur les stratégies de contrôle et de protection de ce types d'architectures débuter en 2025. C'est la que s'inscrit le travail proposé.

### Thèse proposée

La thèse proposée se focalise sur la problématique de la stabilité dynamique de ces réseaux mixtes AC/DC. Des travaux antérieurs ont porté sur le développement d'outils d'analyse de la stabilité et des solutions correctives dans le cadre de réseaux DC. La présence de la composante AC entraîne une complexité plus grande lors de la modélisation et le raccordement au réseau amont nécessite de respecter un certain nombre de règles (grid code). Ces dernières sont amenées à évoluer pour intégrer cette nouvelle architecture et font l'objet d'un autre Work Package de ce projet (sous-lot 1.2). Une autre problématique est la faible puissance de court-circuit que peut présenter le réseau amont, ce qui, associé au fait que les sources renouvelables sont souvent raccordées via un convertisseur statique, donne un réseau à faible inertie.

Il nous faut donc, dans ce travail, développer de nouveaux outils d'études et d'analyse de la stabilité dynamique des réseaux électriques mixtes et maillés, les modèles développés étant suffisamment légers afin de pouvoir être intégrés dans une boucle de conception par optimisation du réseau complet permettant de dimensionner l'ensemble des éléments (sources, éléments de stockage, ...). Cela nécessite de pouvoir représenter tous les couplages existants dans le système. Une approche linéaire est envisagée dans un premier temps, mais des outils non-linéaires seront également étudiés. Des solutions de stabilisation pourront aussi être envisagées. Des échanges sont prévus avec une autre thèse du même sous-lot qui se focalisera sur les stratégies de pilotage des convertisseurs d'interface entre les réseaux AC et DC et leur influence sur la stabilité dynamique du système.

Ces travaux se feront en collaboration entre deux laboratoires : LAPLACE et LEMTA.

Début de la thèse : septembre 2025

Responsables : Nicolas Roux (LAPLACE) et Serge Pierfederici (LEMMA).

Contact : [nicolas.roux@laplace.univ-tlse.fr](mailto:nicolas.roux@laplace.univ-tlse.fr)