



SuperGrid Institute, Shaping power transmission.

SuperGrid Institute, au cœur de l'évolution des réseaux de transport de l'électricité

Hubert de la Grandière

Directeur général de SuperGrid Institute

Un renforcement des réseaux indispensable

Le système électrique européen s'est construit progressivement, raccordant des centres de production d'électricité (majoritairement thermiques) aux bassins démographiques et industriels consommateurs à proximité. Il s'est ensuite modifié pour

À une époque où réduire la dépendance aux combustibles fossiles et diminuer les émissions de gaz à effet de serre sont des enjeux de société majeurs, SuperGrid Institute contribue à la transition énergétique en développant les technologies nécessaires au réseau électrique du futur et à l'intégration massive des énergies renouvelables. Associant des experts industriels et académiques, l'Institut innove autour des technologies en courant continu haute et moyenne tension.

accompagner les mutations démographiques et industrielles des pays.

L'intégration des énergies renouvelables (EnR)...

L'impérieuse nécessité de la transition énergétique conduit les pays à se tourner massivement vers les EnR. L'Union euro-

péenne estime entre 230 et 450 GW la capacité éolienne *offshore* de l'Europe en 2050, RTE évalue de 70 à 220 GW la capacité solaire installée en France en 2050.

Mais l'exploitation des EnR engendre une augmentation des flux de transport d'électricité. D'une part du fait de l'éloignement d'immenses gisements EnR ●●●

EU targets towards energy transition, require to reinforce electricity transmission system at European scale.



Transmission requirements which are common to several generation-demand scenarios

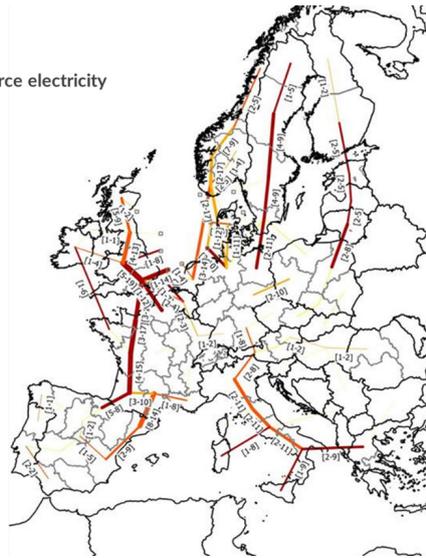


Figure 1 : Projet e-Highway2050 : carte illustrant les principaux besoins de renforcement des réseaux de transport selon différents scénarios [1].

●●● – comme l'éolien *offshore* (mers du Nord et Baltique, façade Atlantique) ou encore solaire dans les déserts –, d'autre part du fait de l'intermittence liée aux variations météorologiques (vent/ensoleillement), aux variations horaires (jour/nuit) ou aux variations saisonnières (été/hiver).

... à renforcer d'ici 2050

Le projet européen e-Highway2050 [1] a identifié les renforcements du réseau nécessaires à horizon 2050. Il a étudié cinq scénarii énergétiques et analysé les besoins de renforcement du réseau de chacun. Les conclusions mettent en avant la nécessité de créer des autoroutes de l'électricité pour transporter des flux de puissance importants (5-15 GW) à l'échelle du continent européen et, notamment, entre la périphérie et le centre de celui-ci.

Ces renforcements supposent de réaliser du transport par câble sous-marin à travers des mers et des interconnexions puissantes entre pays, en utilisant du courant alternatif (AC) ou du courant continu (DC).

L'esquisse d'un *supergrid* est là : un réseau de transmission à grande échelle

qui raccorde des ressources d'énergie renouvelable et des réseaux AC existants. Il utilise du courant continu à haute tension (HVDC) pour transporter de grandes quantités d'électricité sur de longues distances et réduire considérablement les pertes énergétiques.

SuperGrid Institute : à la croisée des industriels et des académiques

C'est dans ce contexte de mutation profonde des infrastructures de transport d'électricité que l'État français a lancé en 2011 l'appel à projet pour les Instituts d'excellence en énergie décarbonées (IEED) – devenus ensuite « Instituts de transition Énergétique ».



Figure 2 : Le siège social de SuperGrid Institute à Villeurbanne (Lyon), inauguré en 2019.

Sept instituts émergent, avec pour raison d'être le soutien au développement de l'industrie française en favorisant l'émergence de nouvelles technologies. Pour SuperGrid Institute [2], il s'agit des technologies des « réseaux du futur », permettant l'intégration massive des énergies renouvelables et en particulier les technologies du courant continu.

L'institut, créé en 2014, emploie aujourd'hui 169 personnes de 29 nationalités différentes. Son siège social se trouve à Villeurbanne (Lyon) et un deuxième site se situe à Grenoble.

Le travail collaboratif entre académiques et industriels permet à l'institut de concilier à la fois un horizon moyen terme ambitieux, des objectifs scientifiques et des objectifs de valorisation industrielle des travaux.

SuperGrid Institute lève les verrous technologiques auxquels font face ses partenaires et ses clients, co-développe des solutions et des produits avec des partenaires industriels et académiques, et propose des services d'essais, d'expertise et d'étude à forte valeur ajoutée. En quelque sorte, il fédère la filière autour de ses grands enjeux – y compris le développement des compétences nécessaires à la mutation des réseaux.

L'institut n'est pas la seule structure de ce type. En France, il fait partie de l'association FIT (*French Institutes of Technology*) qui regroupe les 7 Instituts de Transition énergétique et les 8 Instituts de recherche technologique (IRT) – eux aussi labélisés par l'Etat.



Figure 3 : Un environnement de travail unique facilitant l'interaction et le partage de connaissances entre des experts de divers domaines.

Au niveau européen, de nombreux pays se sont dotés de structures alliant public et privé afin de servir l'essor de l'industrie. C'est le cas des instituts Catapult en UK, Fraunhofer en Allemagne, VTT en Finlande, SINTEF en Norvège, etc.

Ses concurrents à l'international en courant continu

Dans le domaine technique plus spécifique du courant continu, les « concurrents » principaux sont souvent aussi des clients ou partenaires de projets de recherche collaborative. C'est le cas des centres de recherche des grands industriels (Hitachi, GE ou Siemens, Prysmian, Nexans ou NKT) mais aussi celui des centres d'étude et de recherche montés par des opérateurs, comme le National HVDC center, en Ecosse, ou son homologue HVDC Square en France. L'institut a également des sujets de recherche communs avec des universités européennes, certaines très liées à des industriels ou des gestionnaires de réseaux (TSO). Certaines organisations sont très actives sur l'utilisation du DC en moyenne tension, en particulier EON Research Center au sein de l'université RWTH Aachen.

En dehors de l'Europe, la Chine est extrêmement dynamique dans le domaine, bénéficiant d'un fort soutien gouvernemental.

Limites et solutions des technologies de transport

Les limites des liaisons en courant alternatif (AC)

Pour renforcer les réseaux, deux technologies principales de liaison existent. En AC, elles sont toutes les deux limitées par la « puissance réactive » : l'énergie mobilisée pour créer la tension et le courant alternatif. Elle n'est pas transportée vers le consommateur et croît lorsque la longueur de la liaison augmente, devenant critique pour le rendement du transport.

- Pour les lignes aériennes, difficiles à construire en Europe occidentale en



Figure 4 : Les liaisons DC permettent de transporter de l'énergie sur de longues distances.

raison d'opposition sociétale, leur utilisation en AC est limitée à des distances inférieures à 500-1000 km.

- Les câbles de puissance, souterrains ou sous-marins, plus coûteux en installation, sont limités en AC à des distances inférieures à 50-100 km.

Les avantages du courant continu (DC)

L'utilisation du DC à la place du AC supprime la limitation de longueur dans les liaisons par câble, augmente la capacité de transport pour une liaison donnée (en ligne aérienne comme en technologie câble) et réduit significativement les pertes lors du transport.

Les systèmes à courant continu, ou HVDC (High Voltage Direct Current), sont principalement déployés dans trois cas d'application :

- le transport entre une région productrice et une région consommatrice (ex. : Chine, Brésil) ;
- l'échange de puissance entre des systèmes AC asynchrones (ex. : entre la province de Québec et le nord-est des États-Unis) ;
- le transport par câble pour traverser une zone exempte de ligne aérienne (ex. : liaison IFA2000, France-Angleterre ou liaison INELFE, France-Espagne, raccordements éolien offshore en mer du Nord).

Point-à-point et multi-terminaux

On distingue deux principales topologies de systèmes de transport HVDC :

- Une liaison point à point où le système HVDC relie deux régions. Il forme un système de transport autonome permettant de contrôler les flux d'énergie entre elles.
- Un réseau multi-terminaux où le système HVDC relie trois régions ou plus, permettant une flexibilité dans la gestion des flux entre ces régions :
 - multi-terminaux radial : entre deux régions, un seul chemin existe.
 - multi-terminaux maillé : entre deux régions, plusieurs chemins existent, ●●●

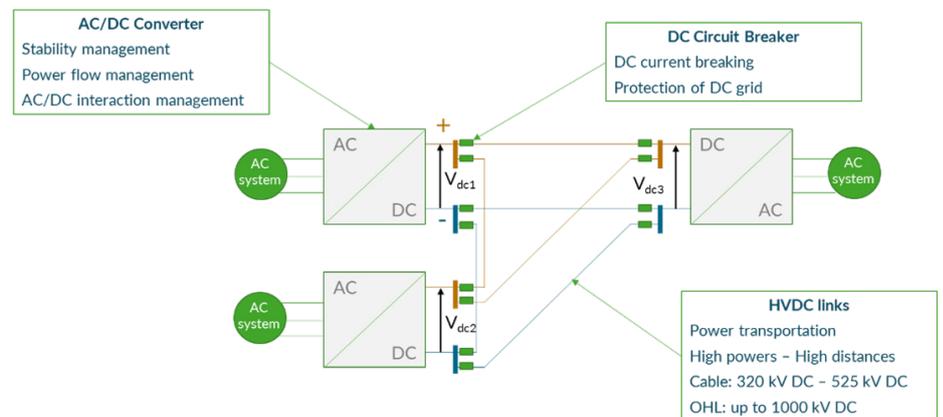


Figure 5 : Illustration du concept de réseau HVDC multi-terminaux : cas d'un réseau trois-terminaux maillé.

- permettant une sécurité d'approvisionnement en cas de défaillance ou d'indisponibilité d'un élément.

Les verrous scientifiques du HVDC

Contrôler et protéger les réseaux multi-terminaux

L'utilisation du HVDC est désormais incontournable, mais des verrous techniques significatifs subsistent, en particulier dans le cas de réseaux multi-terminaux (MTDC) :

- la protection du réseau HVDC en cas de court-circuit, pour assurer le bon niveau de performance (rapidité, sûreté) à un coût raisonnable ;
- le contrôle du réseau HVDC, pour assurer la stabilité du système ;
- l'interopérabilité entre des convertisseurs de différentes technologies/fournisseurs ;
- les méthodes d'analyse coût-bénéfice de différentes architectures de système, faisant émerger les meilleures architectures ;
- l'acceptation et la standardisation de principes techniques et de spécifications type.

Des défis organisationnels

Il existe aussi des verrous organisationnels ou réglementaires liés à l'organisation du système électrique européen. Qui est propriétaire d'un réseau MTDC entre plusieurs pays ? Qui l'opère ? Comment et où ses coûts et ses recettes sont-ils alloués ?

Les liaisons HVDC «point-à-point» sont aujourd'hui réalisées sous forme de « contrat clé en main » : un constructeur réalise la totalité du contrat pour les deux stations de conversion et l'ensemble des systèmes de contrôle-commande. Dans la perspective de réseaux MTDC, cette logique ne peut plus s'appliquer. Il faut pouvoir faire inter-

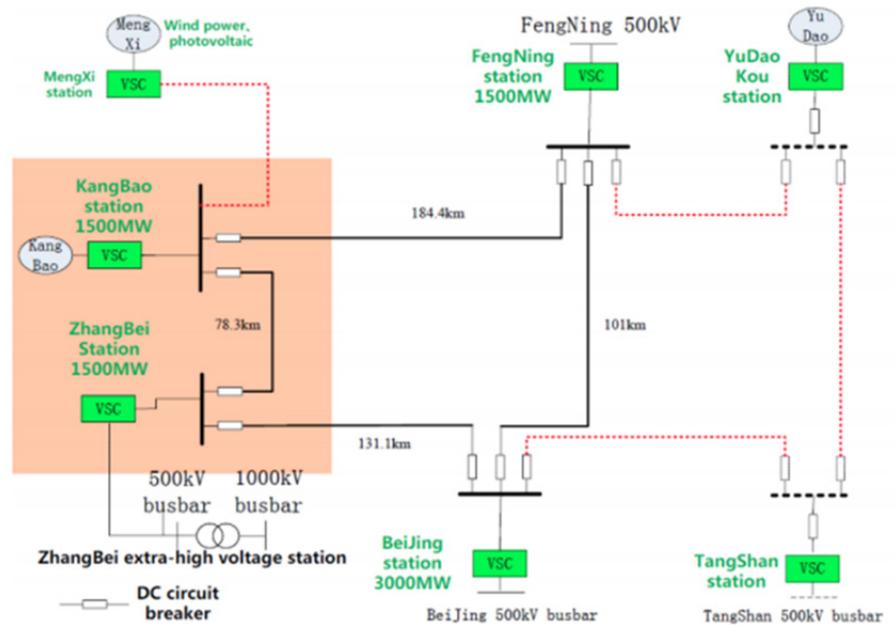


Figure 6 : Projet multi-terminaux Zhang-Bei en Chine : 3000MW, 500kV DC.

venir différents fournisseurs. L'interopérabilité entre les fournisseurs devient donc essentielle. Cela nécessite un nouveau rôle, d'ensemblier, notamment au niveau des systèmes de contrôle-commande.

C'est une organisation de ce type qui permet actuellement à la Chine d'aller de l'avant. Depuis 2010, elle s'est lancée dans le développement de premiers projets de réseaux MTDC :

- Nan'ao : réseau 3-terminaux radial pour alimenter l'île de Nan'ao (200 MW, 160 kV DC) ;
- Zoushan : réseau 5-terminaux radial pour connecter les îles de Zoushan (400 MW, 200 kV DC) ;
- Zhang-Bei : réseau 4-terminaux maille continental (3000 MW, 500 kV DC), avec une extension de trois terminaux additionnels.

Ces projets sont réalisés par la *State Grid Corporation of China (SGCC)*, principale compagnie électrique du pays, qui assure le rôle d'architecte technique global et fait travailler différents constructeurs chinois. A travers ces projets, l'industrie chinoise tra-

vaille collectivement pour réaliser une démonstration de son savoir-faire technique.

SuperGrid Institute : des domaines d'expertise pour faire progresser l'industrie

Pour permettre le déploiement de structures HVDC et MVDC, les équipes de SuperGrid Institute travaillent autour de grandes thématiques qui se nourrissent les unes les autres.

Développer une vision système

Quelles sont les architectures possibles, les topologies et les analyses technico-économiques associées ? Comment



Figure 7 : La stabilité et la protection du réseau sont primordiales.



Figure 8 : Simulation en temps réel du réseau.

opérer le réseau, le protéger, le modéliser et le simuler ?

Les études portent sur la réalisation des réseaux multi-terminaux maillés et leurs interactions avec les réseaux AC qui y sont connectés. L'institut a ainsi développé des outils d'analyse technico-économiques pour comparer différentes options d'architecture de réseau DC ou de raccordement de fermes éoliennes *offshore* ; il a conçu des stratégies de protection pour les réseaux DC, mais aussi des mécanismes de contrôle des réseaux HVDC pour contribuer à assurer leur stabilité, voire permettre de soutenir ou de stabiliser les réseaux AC connectés.

>>> SuperGrid Institute utilise ses plateformes de tests HIL (*Hardware-in-the-Loop*) et PHIL (*Power Hardware-in-the-Loop*). En HIL, le système de contrôle à tester interagit avec la simulation, permettant une validation rapide et représentative de scénarios ou d'algorithmes. En PHIL, l'environnement de simulation échange aussi de la puissance avec l'équipement à tester.

L'électronique de puissance au service de la transition énergétique

Ces réseaux DC utilisent des convertisseurs AC/DC pour s'interfacer avec les réseaux alternatifs, mais aussi DC/DC pour faire varier la tension au sein du réseau DC. L'institut étudie des topologies de convertisseurs pour différentes applications et configurations de réseaux. Plusieurs topologies innovantes ont déjà été brevetées.



Figure 9 : De nouvelles topologies de convertisseurs sont conçues.

>>> Les prototypes de convertisseurs de puissance AC-DC et DC-DC sont ensuite testés (jusqu'à 10 MW) en *back-to-back*, dans un laboratoire blindé.

Un levier d'amélioration de performances de ces convertisseurs est l'intégration de composants à base de carbure de silicium (SiC). SuperGrid Institute est en mesure de caractériser de manière statique et dynamique les interrupteurs de puissance (MOSFET, IGBT, etc.) jusqu'à 10 kV et de tester leur robustesse et leur fiabilité dans le temps.

L'augmentation de la fréquence de commutation de ces composants SiC, par rapport aux composants silicium, permet des gains de rendement et de compacité, en les associant à des transformateurs « Moyenne Fréquence ».

L'institut est capable de tester ces transformateurs à vide, en court-circuit ou en charge dans une plateforme dédiée. Son expertise et ses outils lui permettent de concevoir ces transformateurs. L'institut a développé des cellules de commutation



Figure 10 : Caractérisation et tests des Transformateurs Moyenne Fréquence.

innovantes pour obtenir des convertisseurs aux rendements très élevés, parfois supérieurs à 99 %.

Des appareillages de coupure adaptés au DC

Les sous-stations ne sont pas épargnées par les changements majeurs, avec des principes de coupure très différents. En AC, le courant oscille entre des valeurs positives et négatives et le disjoncteur le coupe au passage par zéro. En DC, il n'y a pas de passage par zéro ! Il faut donc en créer un – par exemple en injectant un contre-courant à partir d'un circuit auxiliaire partie intégrante du disjoncteur. Ces mécanismes associent souvent de l'électronique de puissance et de l'électromécanique. L'institut développe des ampoules à vide dédiées spécifiquement à ces disjoncteurs qu'il produit ensuite dans sa salle blanche.

>>> SuperGrid Institute a breveté plusieurs topologies de disjoncteurs HVDC et effectuera en 2022 des essais de coupure pour valider ses résultats, dans son laboratoire de forte puissance. Cet ensemble permet de réaliser des courts-circuits pour différentes tensions (jusqu'à 800 kV AC – 80 kA), différentes fréquences (50 Hz et 60 Hz), ainsi qu'en courant continu (jusqu'à 200 kV DC – 40 kA).

Une isolation bien spécifique au DC

En DC, l'isolation accumule des charges d'espace sous l'effet d'une tension toujours dans le même sens. Spécialisé en

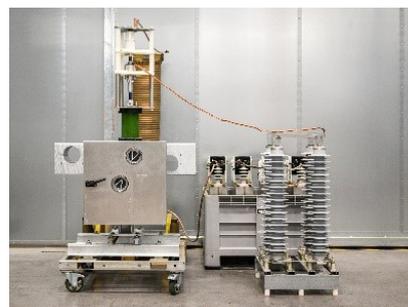


Figure 11 : Un disjoncteur MV DC (de gauche à droite) : ampoule à vide à commande mécanique, inducteur, petite batterie de condensateurs, parafoudres pour l'absorption d'énergie.

●●● modélisation et en caractérisation de l'isolation solide et gazeuse, SuperGrid Institute travaille avec les différents fournisseurs d'équipements pour les aider à dimensionner leurs appareils ou à définir des critères de design en courant continu.

La substitution du SF₆ par des gaz de remplacement est un enjeu qui touche le DC comme le AC pour limiter les gaz à effet de serre. L'Institut utilise ses compétences en isolation et en coupure pour qualifier, valider, caractériser et modéliser différentes solutions pour ses clients et partenaires.

>>> Ces travaux autour de l'isolation solide et gazeuse mobilisent ses laboratoires diélectriques, afin d'appliquer les différents types d'ondes que subissent les équipements en service sur les réseaux.

Equippé de sources de tension DC jusqu'à 1200 kV, d'une source AC 660 kV et d'un générateur d'impulsion de 2 MV en choc de foudre, le laboratoire haute tension permet de réaliser la plupart des essais recommandés par la norme CEI mais également d'assurer le déploiement des futurs



Figure 12 : Plateforme diélectrique haute tension avec des capacités en DC jusqu'à 1200 kV, 20 mA.



Figure 13 : Plateforme d'essai et de caractérisation diélectrique des matériaux.

tests que le développement des réseaux HVDC imposera aux équipements.

SuperGrid Institute caractérise également le comportement des matériaux isolants dans les appareillages – décharges partielles, mesure de courant de fuite, vieillissement long terme, charges d'espace – avec ses plateformes de 200 et 400 kV AC, 600 kV DC, ainsi que sa plateforme d'ondes superposées AC/DC qui reproduit des harmoniques de convertisseur de 1 à 10 kHz AC sur du courant continu +/- 200 kV DC pour le vieillissement d'isolants ou de câbles modèles.

Ses compétences en matériaux lui permettent par ailleurs d'aller jusqu'à la formulation. Un matériau époxy compatible avec la réglementation REACH, utilisable en AC et en DC, a d'ailleurs été breveté. L'Institut travaille avec les industriels pour caractériser ou qualifier les matériaux qu'ils utilisent (conductivité thermique, conductivité DC, spectroscopie diélectrique, transition vitreuse, charge d'espace, etc.).

Des systèmes de câbles bien dimensionnés

La fiabilité des câbles haute tension est cruciale pour la disponibilité des réseaux DC – tant le remplacement ou la réparation d'une portion de câble défectueuse est parfois difficile d'accès ou dépendante des conditions climatiques (ex. : accès en mer).

SuperGrid Institute étudie les performances des composants des câbles et leurs matériaux. Il s'intéresse aux mécanismes de vieillissement, au monitoring des systèmes de câble en vue de leur diagnostic.

>>> Son laboratoire diélectrique dispose des moyens qui permettent de mesurer les charges d'espace par Méthode d'Onde Thermique et par méthode Pulse Electro-Acoustique (PEA) afin de caractériser le comportement et suivre l'évolution du système d'isolation du câble en fonction du champ et du profil de température ap-

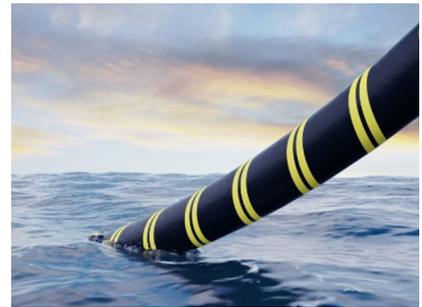


Figure 14 : L'Institut étudie les performances des composants des câbles et de leurs matériaux.



Figure 15 : Plateforme hyperbare permettant de tester des équipements à taille réelle, avec une pression d'eau jusqu'à 40 bars.

pliqués. Les équipes peuvent ainsi caractériser ou tester des câbles jusqu'à 1200 kV DC et 5000 A de courant nominal.

Une partie des futurs « *supergrid* » étant en mer, l'Institut définit des concepts d'accessoires sous-marins : des connecteurs qui permettent d'améliorer la disponibilité des réseaux de collecte pour les fermes éoliennes *offshore* flottantes. Un caisson hyperbare permet de tester des équipements en taille réelle sous 40 bars de pression d'eau, en y appliquant des contraintes de température et de tension.

Un stockage d'énergie flexible et performant

Le moyen de stockage le plus répandu, et au bon rendement, est aujourd'hui le stockage hydraulique. Grâce à des stations de transfert d'énergie par pompage (STEP), on pompe l'eau vers le bassin supérieur pour stocker l'énergie et on la turbine vers le bassin inférieur pour la restituer. SuperGrid Institute optimise l'efficacité et la flexibilité des machines hydrauliques en



Figure 16 : Le stockage de l'énergie est primordial pour apporter la flexibilité aux réseaux.

équipant ces STEP pour délivrer des services de soutien en fréquence nécessaires aux réseaux. Ces travaux portent sur l'hydraulique, le contrôle et l'hybridation.

>>> SuperGrid Institute a rénové la plateforme de tests hydrauliques du Centre de recherche en machines hydrauliques de Grenoble INP (CREMHyG), et y a validé un concept de tracé de turbine à instabilité réduite « dans le S ». Il y effectue aussi des prestations d'essais pour des tiers.

L'institut a également développé une plateforme unique et originale pour valider et optimiser les algorithmes de contrôle de centrales à vitesse variable et pour étudier l'hybridation de centrales hydrauliques avec des moyens de stockage (batteries, super-capacités) ou de production d'hydrogène (électrolyseurs). Cette plateforme *Hydro Power Hardware-in-the-Loop* (HydroPHIL) connecte à un simulateur de réseau une turbine hydraulique à vitesse variable à échelle réduite avec son circuit



Figure 17 : HydroPHIL permet de simuler les performances de technologies hydrauliques et de nouveaux algorithmes de contrôle (par exemple pour l'hybridation pompe-turbine).

hydraulique pilotable capable de simuler des phénomènes hydrauliques transitoires.

La majorité des plateformes de SuperGrid Institute est d'ores et déjà intégrée dans le périmètre de certification ISO 9001 de l'institut – pouvant être utilisées aussi bien pour des collaborations de recherches que pour des prestations de services, d'expertise ou d'essais.

Un institut présent dans les programmes européens de recherche

L'Europe s'est mise en marche pour développer les réseaux DC, avec de nombreux projets financés dans le cadre d'*Horizon 2020* puis désormais d'*Horizon Europe*.

Une approche globale des enjeux : PROMOTION

C'est l'un des plus gros projets du programme H2020 : **Progress on Meshed HVDC Offshore Transmission Networks** [3], regroupant 34 partenaires européens et qui s'est achevé en septembre 2020. Il a considéré dans une approche globale les enjeux liés aux technologies des réseaux maillés *offshore*, les requis et les topologies de tels réseaux AC/DC, ainsi que des recommandations afin de permettre un environnement réglementaire adapté pour de tels réseaux.

SuperGrid Institute y a travaillé à la définition, à la validation en simulation temps réel et aux comparaisons de stratégies de protection du réseau HVDC, à des études et des validations de performance de gaz alternatifs au SF₆ dans des postes à isolation gazeuse DC, ainsi qu'à des études d'application de certaines technologies sur l'île de Bornholm.

La protection des réseaux

SuperGrid Institute a développé un limiteur de courant supraconducteur dans le cadre du projet européen *FastGrid* (12 partenaires) [4]. Ce projet, terminé en novembre 2020, a permis d'améliorer signifi-

Les auteurs

Hubert DE LA GRANDIERE (Ecole



polytechnique 1993, ENSTA 1998) a démarré sa carrière dans le ferroviaire.

Après diverses fonctions de gestion de projet dans la ligne de produit tramway d'Alstom, il la dirige de 2003 à 2005. Fin 2005, il rejoint l'activité signalisation d'Alstom. Il prend la tête de son usine et centre d'excellence en électronique de contrôle de Villeurbanne, avant de devenir vice-président des produits de signalisation en 2007, puis vice-président de l'activité signalisation grandes lignes en 2011. Courant 2013, il intègre l'activité énergie d'Alstom Grid et prend la tête du site de disjoncteurs de Villeurbanne. En mai 2016, il quitte ses fonctions chez Alstom, devenu General Electric, pour prendre la direction générale de SuperGrid Institute.

cativement les performances des rubans supraconducteurs pour rendre ces objets plus compacts et plus attractifs économiquement. Associés à des disjoncteurs plus simples, ils constituent une alternative économique intéressante aux disjoncteurs DC ultra-rapides.



Figure 18 : Démonstration de simulation en temps réel aux partenaires européens de PROMOTION.

CHIFFRES CLES	FICHE D'IDENTITÉ
<p>+90 demandes de dépôt de brevet</p> <p>285 publications internationales</p> <p>29 nationalités</p> <p>169 collaborateurs</p> <p>68 M€ d'investissements</p> <p>+60 docteurs et doctorants issus de l'institut</p>	<p>SuperGrid Institute est...</p> <ul style="list-style-type: none"> • leader européen des technologies du <i>supergrid</i> • une plateforme collaborative rassemblant l'expertise industrielle et académique pour collaborer au développement de systèmes de transport de l'électricité • une équipe d'experts hautement qualifiés • un partenaire reconnu internationalement • l'un des sept instituts français pour la transition énergétique (ITE) • un centre d'innovation comprenant des installations et des plateformes d'essai à la pointe de la technologie • une plateforme de conseil qui met son expertise au service de la transition énergétique • une autorité reconnue dans la définition des programmes d'études des futurs ingénieurs électriciens

●●● Le stockage de l'énergie

Depuis 2020, SuperGrid Institute collabore dans deux nouveaux projets autour du stockage :

- XFLEX HYDRO [5], regroupant 19 membres, vise à démontrer comment les technologies hydroélectriques flexibles permettent la mise en place d'un système électrique à faible émission de carbone, sûr et résilient. SuperGrid Institute y valide des contrôles de turbine grâce à sa plateforme *HydroPHIL*.

- LOLABAT [6], réunissant 17 partenaires, porte sur la validation d'une batterie Nickel-Zinc adaptée au stockage stationnaire. SuperGrid Institute hybride la centrale hydraulique de son banc de test *HydroPHIL* avec les batteries améliorées à travers ce projet.

Les gestionnaires de réseaux au cœur du déploiement des réseaux DC

L'institut travaille avec les grands opérateurs de réseaux de transport européens pour les aider à définir les architectures de leurs futurs réseaux – que ce soit dans le cadre de collaborations bilatérales ou de projets européens financés en cours de montage.

L'institut pilote par exemple un lot de travaux dans le cadre du projet européen *Ready4DC*. Cette action de coordination et de support regroupe 7 partenaires, dont l'association des équipementiers européens *T&D Europe*, l'association des développeurs éoliens européens, *WindEurope* et l'association des opérateurs européens *ENTSO-E*. L'objectif du projet est de coordonner les efforts de standardisation entre les clients et fournisseurs des infrastructures HVDC. SuperGrid Institute y est parfaitement dans son rôle de tiers de confiance.

Au service de l'industrie d'aujourd'hui – et de demain

Le déploiement des réseaux DC démarre en Europe : des projets ambitieux voient déjà le jour, pour des mises en service entre 2025 et 2035. L'Union européenne soutient le développement de son industrie à travers de nombreux appels à projets de recherche collaborative *Horizon Europe* mais la compétition internationale sera rude. L'industrie chinoise se profile déjà, avec l'annonce en février 2022 par Tennet (TSO) de l'attribution de son projet *BorWin6* à un consortium international intégrant des fabricants chinois.

L'ADN de SuperGrid Institute réside dans la collaboration, en associant académie et industrie pour produire des travaux de recherche et des développements perti-

nents. C'est un atout majeur pour les entreprises, apportant à la fois de la rigueur scientifique, de l'expertise et des moyens d'essais. Ses plateformes, indispensables aux travaux de recherche des équipes, sont avant tout des outils pour répondre aux besoins des clients et des partenaires de l'entreprise, à travers des collaborations de recherche, des prestations d'expertise ou de service d'essais. Ses compétences sont des leviers de compétitivité et d'innovation, et l'Institut s'attache, en lien avec les institutions académiques en Génie Electrique, à développer des cursus spécifiques sur les technologies *DC grids* pour former les futurs ingénieurs sur ces thématiques clés mais aussi à promouvoir la filière auprès du grand public et attirer les jeunes sur ces métiers au cœur de la transition énergétique. ■

Références

- [1] projet e-Highways 2050, <https://docs.entsoe.eu/baltic-conf/bites/www.e-highway2050.eu/results/>
 - [2] <https://www.supergrid-institute.com/fr/>
 - [3] projet PROMOTioN, <https://www.promotion-offshore.net/>
 - [4] projet FastGrid, <https://www.fastgrid-h2020.eu/>
 - [5] projet XFLEXHYDRO, <https://xflexhydro.net/>
 - [6] projet LOLABAT, <https://www.lolabat.eu/>
- Crédits photo: © SuperGrid Institute
© Lotfi Dakhli, Photographe
© Charles-Edouard GIL - CEG Studio
© Adobe Stock