

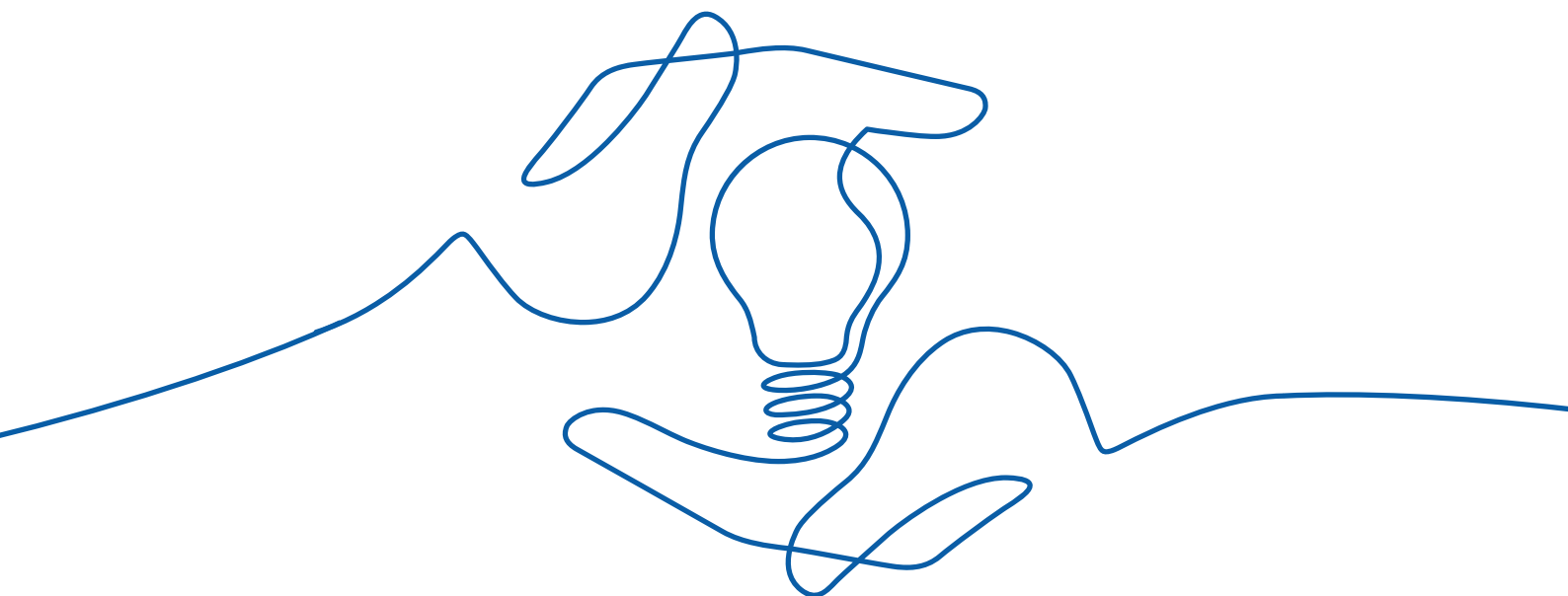
RATIO PUISSANCE MASSE
 MONTÉE EN TENSION
 DES APPLICATIONS
 TRANSPORTS
 FIABILITÉ
 ACIERS MAGNÉTIQUES
 FABRICATION ADDITIVE
 GESTION LOCALE DE RÉSEAUX ÉLECTRIQUES
 CHAÎNES DE
 TRACTION
 SMART GRID
 ELECTRONIQUE DE PUISSANCE
 MATÉRIAUX
 CONDUCTEURS
 FRONTS RAIDES
 DE TENSION
 AIMANTS PERMANENTS
 RÉSEAUX DE TRANSPORT
 INTERACTIONS
 RÉSEAUX
 ÉNERGIES
 RENOUVELABLES
 CONVERTISSEURS

MEDEE, 10 ANS DÉJÀ !

CONVERTISSEURS ÉLECTROMÉCANIQUES
 CONTRÔLE
 COMMANDE
 STRUCTURES
 INNOVANTES
 ECO-CONCEPTION
 JUMEAU NUMÉRIQUE
 SIMULATION
 NUMÉRIQUE
 MACHINE LEARNING
 SUPERVISION RÉSEAU
 RÉDUCTION DE MODÈLES
 FORMATION
 STOCKAGE
 ÉCHANGES
 CO-CONSTRUCTION
 EFFICACITÉ
 ÉNERGÉTIQUE
 OPTIMISATION
 ÉLECTRONIQUE
 DE PUISSANCE
 COMMANDE
 INTELLIGENCE
 ARTIFICIELLE
 MODÈLE GUIDÉ
 MAINTENANCE
 MODÈLE PHYSIQUE
 MONTAGE DE PROJET
 AFRIQUE
 INNOVATION
 TRANSFERT DE
 COMPÉTENCES

**Historique et perspective
 d'une décennie au service de l'innovation
 en génie électrique**

Septembre 2021



Merci

”

Le présent document n'aurait pu voir le jour sans la forte mobilisation des membres du Comité Scientifique de MEDEE, et notamment son Président, qui se sont fortement investis pour sa rédaction et/ou sa relecture.

Le pôle remercie également les porteurs et partenaires des projets et événements illustrant le présent document, qui ont répondu avec enthousiasme à nos sollicitations.

MEDEE remercie enfin son conseil d'administration, l'équipe opérationnelle, ses adhérents et partenaires ainsi que la Région Hauts-de-France pour son soutien dans la mise en œuvre globale de nos activités.

Avec le soutien du Conseil Régional Hauts-de-France



PREAMBULE



En 2010, l'association MEDEE voyait le jour : cette pépite n'a depuis cessé de contribuer à une spécialisation intelligente de la région Hauts-de-France en faveur de la Maîtrise Énergétique des Entraînements Électriques. La naissance et la pérennisation du pôle ont été possibles grâce à l'engagement de femmes et d'hommes du territoire. Issus d'entreprises de toutes tailles, d'établissements d'enseignement supérieur, d'institutions publiques et d'associations, chacun a œuvré à sa manière pour concrétiser cette ambition commune : animer et renforcer l'écosystème de la R&D du génie électrique. La Région a été sur ces dix ans un partenaire fort de nos activités, un véritable soutien de notre développement.

Cette cohésion de la filière a abouti à des réussites significatives, avec par exemple des investissements structurants sur le territoire, le rayonnement européen de nos adhérents ou plus récemment la définition d'une dynamique unique pour l'innovation collaborative avec nos homologues africains. Notre feuille de route a su anticiper les évolutions majeures de la filière et notre ancrage territorial s'est progressivement consolidé à l'échelle de la grande région Hauts-de-France.

Célébrer dix ans d'existence est ainsi l'occasion de mesurer avec fierté nos avancées. C'est aussi et surtout l'occasion de se projeter vers l'avenir ! Au cœur des enjeux liés à la transition

écologique, le pôle ne cesse de relever de nouveaux défis, plein d'ambition pour la suite. Plus que jamais, la R&D et l'innovation seront des leviers essentiels à la relance verte de l'économie. L'énergie de demain sera électrique, avec l'appui du numérique et des sciences humaines, pour accélérer la lutte contre le dérèglement climatique et répondre aux besoins des usagers.

Je souhaite vous remercier, adhérents, partenaires et salariés du pôle, d'hier et d'aujourd'hui. Ce livret permettra de mieux faire connaître nos activités et de nous engager encore plus loin en faveur de la compétitivité de la filière régionale !"

Mathias POVSE

Président du pôle MEDEE



SOMMAIRE

Page 08

AXE 1 | MATÉRIAUX ET COMPOSANTS DU GÉNIE ÉLECTRIQUE

Page 16

AXE 2 | CONVERTISSEURS D'ÉNERGIE INTELLIGENTS

Page 24

AXE 3 | INTÉGRATION SYSTÈME, GESTION DE L'ÉNERGIE ET STOCKAGE

Page 32

AXE TRANSVERSE | OUTILS ET MÉTHODES NUMÉRIQUES

Page 36

AXE AFRIQUE | L'ÉNERGIE DES HAUTS-DE-FRANCE POUR L'AFRIQUE

Le pôle MEDEE : une décennie au service du génie électrique en Hauts-de-France

”

UN ACTEUR DE NICHE DÉDIÉ AUX PROJETS D'INNOVATION

Dès le début des années 2000, MEDEE, alors programme de recherche du Contrat de Plan Etat-Région, rassemble les académiques et les entreprises du Nord-Pas de Calais autour de projets collaboratifs de Recherche & Développement dans le génie électrique. Il apparaît progressivement nécessaire de pérenniser et consolider ces échanges fructueux et d'en faire bénéficier le plus grand nombre. En 2010, MEDEE devient alors une association, passerelle pérenne entre le monde industriel et celui de la recherche. Basé à Lille, le cluster fédère et anime une communauté d'acteurs spécialisés en génie électrique : grands groupes, PME innovantes, startups, laboratoires et établissements d'enseignement supérieur. Au cours de ces dix ans, les travaux du pôle ont démontré l'importance d'une approche territoriale et collective de la filière, portée par les acteurs qui la composent.

MEDEE SE MOBILISE POUR :



vous soutenir dans le montage de vos projets et vous aider à trouver les sources de financement adaptés,



fédérer et mettre en réseau la filière, en vous aidant à trouver les bons partenaires et à promouvoir vos compétences et vos projets,



garantir l'excellence des projets grâce à notre comité scientifique,



donner accès à des compétences, des équipements et des plateformes technologiques de pointe.

Le mot du Président du Comité Scientifique

“ Dès sa création, MEDEE avait l'ambition d'accompagner la filière vers l'excellence et c'est la mission qui a été confiée notamment au Comité Scientifique. Regroupant une dizaine d'académiques et d'industriels reconnus, nous mettons en commun nos forces pour soutenir les porteurs de projets et proposer une feuille de route régionale. Initiée par le premier Président du Comité, Francis Piriou, Professeur au L2EP, celle-ci reflète les avancées scientifiques ainsi que les forces et problématiques de nos adhérents. Elle sert de fil conducteur aux activités de MEDEE et nous permet de promouvoir la filière auprès des donateurs d'ordre et financeurs.

Cette cohésion régionale a permis de développer de nombreuses collaborations nationale et internationale. Elle a aussi eu pour effet levier le dépôt de projets communs structurants. Parmi eux, le projet « CE2I : Convertisseurs d'Énergie Intégrés Intelligents », Contrat de Plan Etat-Région 2014-2020, réunit tous les partenaires historiques du pôle. Un nouveau projet CPER 2021-2027 autour de « l'Énergie Électrique 4.0 » vient d'être accepté montrant la cohérence de nos activités et l'importance de cet effort collectif de structuration !

Découvrez au fil de ces pages nos travaux et contactez-nous !”



Michel HECQUET,
Professeur à Centrale Lille,
au sein du Laboratoire
d'Electrotechnique et
d'Electronique de Puissance
de Lille



LE COMITÉ SCIENTIFIQUE POUR ACCOMPAGNER ET GARANTIR L'EXCELLENCE DES PROJETS

En complément de son Conseil d'Administration et de son équipe opérationnelle, MEDEE s'appuie sur son Comité Scientifique. Composé de six membres académiques et six industriels, nommés par le Conseil d'Administration pour une durée de 4 ans, il :

- **définit et soutient la mise en œuvre de la feuille de route scientifique de MEDEE**, en fonction des enjeux scientifiques, technologiques et industriels qu'il juge prioritaires,
- **expertise de façon constructive les projets** qui lui sont soumis avec son réseau d'experts et, le cas échéant,
- **labellise les projets d'excellence et exprime son soutien aux projets structurants**, un gage de sérieux et de cohérence du développement de la filière régionale, notamment pour la Région Hauts-de-France.

PRAGMATISME CONFIDENTIALITÉ IMPARTIALITÉ

sont les valeurs du Comité Scientifique du pôle MEDEE !



LA FORCE D'UN RÉSEAU

La force de MEDEE est sa connaissance historique de l'écosystème du génie électrique. Véritable interface entre les industriels, les académiques, les financeurs et les nouveaux entrants sur le marché, nous nous positionnons en fer de lance pour créer les conditions favorables au développement d'opportunités.

Il y a dix ans, les **membres fondateurs** du pôle avaient bien compris la plus-value d'une structure opérationnelle dédiée, agile et flexible pour **être la courroie de transmission de la chaîne de valeur du génie électrique !**

Les fondateurs toujours mobilisés aujourd'hui !

ALSTOM



JE JEUMONT
Énergie



NOS AXES R&D

AXE 1

MATÉRIAUX ET COMPOSANTS DU GÉNIE ÉLECTRIQUE

AXE 2

CONVERTISSEURS D'ÉNERGIE INTELLIGENTS

AXE 3

**INTÉGRATION SYSTÈME, GESTION DE L'ÉNERGIE
ET STOCKAGE**

AXE TRANSVERSE

OUTILS ET MÉTHODES NUMÉRIQUES

AXE AFRIQUE

L'ÉNERGIE DES HAUTS-DE-FRANCE POUR L'AFRIQUE

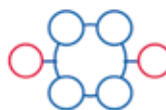
NOS MARCHÉS D'APPLICATION



**Efficacité énergétique
des processus
industriels**



**Production
d'électricité
d'origine renouvelable**



**Réseaux
électriques
intelligents**



**Transports
Mobilité**

”

*Découvrez au fil des pages le détail de nos
ambitions et les réalisations de nos adhérents !*



AXE 1

**MATÉRIAUX
ET COMPOSANTS
DU GÉNIE
ÉLECTRIQUE**



Le pôle contribue à l'amélioration des composants et matériaux du génie électrique

”

Enjeux et perspectives

Les besoins croissants en **performance** et en **fiabilité** des machines électriques, pour répondre aux demandes de nombreux secteurs en voie d'électrification, poussent à une recherche constante afin d'améliorer les propriétés intrinsèques des différents matériaux.

La conception de machines plus compactes et aux densités de puissance plus élevées va en effet de pair avec une **montée en température** que les matériaux, isolants comme conducteurs, doivent pouvoir tolérer. La **minimisation des pertes** ainsi que l'optimisation de la **durée de vie** des composants installés appellent également à de **nouveaux procédés de fabrication**. Enfin, l'élaboration de ces nouveaux composants innovants se doit de respecter des normes d'éco-conception sans cesse plus exigeantes tout en limitant les coûts de production, de diagnostic et de maintenance.

Le mot des responsables du Comité Scientifique de MEDEE

Le génie électrique, bien que discipline centenaire, se renouvelle inlassablement dans l'objectif d'améliorer le quotidien de chacun. Les chercheurs du génie électrique ont maintes fois repoussé les frontières de leur domaine pour faire face à des problématiques nouvelles et pour profiter de l'ouverture offertes par des technologies novatrices.

Le socle de ces mutations repose souvent sur les matières premières exploitables et, les avancées majeures, que ce soit celles des composants de puissance, de la supraconductivité ou des aimants permanents, ont souvent été portées par l'arrivée de composés nouveaux. C'est la raison pour laquelle MEDEE travaille sur cette brique fondamentale du génie électrique.



Stéphane Duchesne

Professeur des universités et
Directeur adjoint du Laboratoire
Systèmes Electrotechniques
et Environnement de l'Université
d'Artois



Régis Meuret

Expert Émérite Électronique
de Puissance chez Safran

Aujourd'hui, le contexte de transition énergétique et la volonté de réduire autant que possible l'empreinte écologique de nos activités nous poussent à penser différemment les matériaux et les processus de fabrication de ces derniers. Notre ambition est de conserver une vision globale sur les avancées scientifiques et technologiques des composants, aussi bien magnétiques, qu'isolants ou conducteurs. Ainsi, nous pouvons profiter de toutes les opportunités à l'échelle régionale où la dynamique s'intensifie ces dernières années. Les défis sont nombreux et les opportunités uniques pour le pôle MEDEE et ses adhérents académiques et industriels afin d'innover en s'inscrivant dans une démarche plus durable.

”

Près de trente projets et thèses labélisés par MEDEE depuis sa création

POLYMÈRES ORGANIQUES **RATIO PUISSANCE MASSE** MATÉRIAUX COMPOSITES **MATÉRIAUX CONDUCTEURS** **MONTÉE EN TENSION** **FRONTS RAIDES** **DES APPLICATIONS TRANSPORTS** **DE TENSION** **FIABILITÉ** **AIMANTS PERMANENTS** **ACIERS MAGNÉTIQUES** **FABRICATION ADDITIVE**

1 Les matériaux diélectriques

L'amélioration des gammes de travail (température, tension) des matériaux isolants est un élément indispensable en vue d'**accroître la densité de puissance** des machines électriques et des convertisseurs. Des compétences académiques et industrielles fortes sont présentes sur le territoire afin de répondre à ces problématiques. Divers travaux sont menés, notamment sur la construction de bobinages très compacts et beaucoup plus légers, supportant de très hautes températures, mais pouvant également travailler avec les fronts de tension raides imposés par la Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI). Estimer les besoins d'isolation relève globalement d'un enjeu crucial pour la mise en œuvre de nouvelles applications. Des **nouveaux matériaux**, polymères organiques, silicone, époxy ou encore céramiques présentent à cet effet des propriétés prometteuses mais leur viabilité industrielle reste pour l'heure à valider.

2 Les matériaux magnétiques

La conception plus fine de machines tournantes ou transformateurs nécessite de nouveaux matériaux magnétiques. Aujourd'hui, l'enjeu principal est de caractériser de façon expérimentale leur **comportement multi-physique** et d'avoir une **modélisation adaptée** pour permettre des tests applicatifs. Deux types de matériaux nous intéressent : **les matériaux doux** employés massivement pour réaliser les circuits magnétiques des machines électriques tournantes ou des transformateurs qui travaillent à des fréquences relativement basses et les **matériaux durs** qui permettent la fabrication d'aimants permanents, utilisés pour la fabrication des moteurs, des générateurs ou encore des instruments de mesure. La performance des **aimants éco-conçus** - pauvres en terres rares – est un enjeu clef pour l'avenir.

3 Les matériaux conducteurs

Il s'agit ici d'analyser les possibilités d'améliorer les matériaux usuels que sont le cuivre et l'aluminium et éventuellement de trouver des alternatives au sein des matériaux composites pour une **amélioration de la conductivité**, notamment dans une optique de **montée en température** préservant le rendement du système. Les perspectives sont nombreuses, pour le transport de l'électricité ou pour les machines électriques à haute densité de puissance. De nouveaux procédés de fabrication, dont le potentiel n'est plus à prouver, comme la **fabrication additive** font eux aussi leur entrée en jeu.

NOS THÉMATIQUES

FiabSIE

La fiabilité des Systèmes d'Isolation Électrique



Le projet est porté par le Laboratoire Systèmes Électrotechniques et Environnement de l'Université d'Artois en partenariat avec six industriels : ALSTOM, AUXEL, EDF, Green Isolight International (GII), Jeumont Electric et Safran.

(photo : Analyse de la fiabilité de conducteurs émaillés)



LA QUESTION DU VIEILLISSEMENT AU CŒUR DES NOUVEAUX SYSTÈMES

Les espoirs de la transition énergétique sont portés par l'électrification massive des moyens de transport (train, avions, automobiles). Cette dynamique repose sur l'utilisation d'**actionneurs électriques compacts et légers**, ce qui tend à augmenter les contraintes électriques, mécaniques ou thermiques qu'ils subissent. Afin de leur garantir une durée de vie similaire aux moteurs thermiques, la fiabilité de ces systèmes doit être renforcée.

Les Systèmes d'Isolation Électrique (SIE), fréquemment à base de polymères organiques, sont le maillon le plus faible de l'ensemble complexe que constitue une machine électrique. S'ils offrent des caractéristiques diélectriques et mécaniques excellentes, ils supportent modérément les **contraintes thermiques ou environnementales**. Les SIE sont donc un levier essentiel pour une fiabilité des machines.

L'isolation pour anticiper la longévité des machines

Connaître les caractéristiques des différents matériaux isolants devient donc un impératif en vue d'anticiper la longévité des machines et de disposer de **modèles mathématiques prédictifs du vieillissement**.

Pour cela, le projet a proposé un **banc d'essai** capable de soumettre des objets de test à des contraintes aussi proches que possible de celles rencontrées dans son environnement opérationnel. Cela permet :

- De s'assurer de la fiabilité du SIE mis en œuvre sur de grands nombres d'échantillons,
- De construire des courbes de fiabilité permettant de pronostiquer la fin de vie,
- D'isoler des marqueurs physiques pertinents et aisément mesurables dont l'évolution est corrélée à celle des objets testés : il est ainsi possible de développer des outils de diagnostic prédictifs permettant notamment la détection de défauts.

L'ambition forte des compétences régionales

La tendance de réduction du poids et/ou du volume des machines pour la mobilité électrique a un effet direct sur les SIE en imposant des tensions plus hautes, des fréquences plus rapides, des températures plus élevées ainsi que des quantités d'isolants plus faibles.

Ces nouvelles contraintes et leurs conséquences directes sur la fiabilité des composants doivent être étudiées. Les développements futurs de ces thématiques vont donc privilégier **l'extension de ce banc d'essai** de manière à multiplier les stress physiques qu'il est capable d'adresser. Il constitue l'un des équipements phare de la **plateforme Tech3E** qui est en cours de développement au LSEE et marque le positionnement fort de la filière régionale sur ces problématiques d'avenir.



 **Projet cofinancé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional**

 **Années : 2014-2017**



GO4DC

Grain Oriented for Direct Current



Le projet est porté par le Laboratoire Systèmes Electrotechniques et Environnement de l'Université d'Artois en partenariat avec les entreprises Thyssenkrupp, Electrical Steel, Securelec-Socem et Isolectra-Martin.

(photo : SST - Transformateur Moyenne fréquence utilisant un noyau GOES enroulé)



DES MACHINES ÉLECTRIQUES RÉNOVÉES ET OPTIMISÉES PAR LES NOUVEAUX MATÉRIAUX

Le **développement des énergies renouvelables** intermittentes nécessite un réseau électrique plus souple et résilient, s'adaptant en temps réel aux variations de la production. Le solaire notamment, renforce l'usage du courant continu (réseau DC). En conséquence, il est nécessaire d'**adapter les transformateurs statiques** - SST "Solid-State-Transformer" - et leurs composants actuels. En effet, les SST actuels et leurs composants sont construits avec des matériaux magnétiques comme des noyaux en ferrite ou des matériaux nanocristallins, qui ne répondent pas de façon optimale aux contraintes des réseaux DC. L'enjeu est donc d'identifier de nouveaux matériaux plus adaptés à l'évolution des réseaux.

Un transformateur aux propriétés améliorées

Afin de construire des SST de fortes puissances, le projet repose sur l'utilisation d'**acier électrique à grains orientés** (Grain Oriented Electrical Steel - GOES), matériaux à très forte maturité industrielle et disponible en bandes très minces.

Le projet s'est focalisé sur la mise au point d'une structure modulaire qui permet d'atteindre des tensions compatibles avec le réseau de distribution HTA (20 kV) ou la caténaire d'un TGV (25kV). Le transformateur, qui est au cœur de chaque cellule, est construit autour d'un noyau GOES enroulé. Il est conçu pour bénéficier des points forts de ce matériaux à savoir :

- Une forte perméabilité magnétique permettant de concevoir des noyaux enroulés longs laissant beaucoup de place aux bobines,
- Une bonne adéquation avec les fréquences moyennes,
- Une résistivité plus grande et donc une réduction des pertes fer, grâce à un noyau plus chaud que les bobines.

L'objectif est d'obtenir une caractérisation des aciers électriques à grains orientés existants, afin d'identifier les plus adaptés aux fréquences élevées et ainsi établir la base de développements des futurs SST.

L'ouverture à de nouvelles applications

La **validation d'un prototype** SST élaboré en laboratoire est l'une des réussites majeures du projet. Elle ouvre la voie à la conception de prototypes semi-industriels aux performances plus ambitieuses et répondant à certains besoins spécifiques.

L'optimisation d'un matériau existant pour de nouvelles applications permet également d'envisager le positionnement des compétences régionales sur des **marchés émergents** et d'espérer in fine la création d'emplois.

Enfin, la réduction des pertes d'énergie, des émissions de CO₂ et des nuisances sonores grâce aux excellentes propriétés des aciers électriques à grains orientés font de ce projet une réussite du point de vue environnemental.



Projet cofinancé par l'Union européenne
avec le Fonds européen de développement régional

Années : 2016-2019



RAF2

Refroidissement Autonome du Futur 2



La thèse est portée par l'Université Polytechnique Hauts-de-France avec le Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique industrielles et Humaines, en partenariat avec l'entreprise Jeumont Electric.

(photo : maquette du système de refroidissement d'un bobinage par jet d'huile)



DES SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT NOUVEAUX AU SEIN DES MACHINES ÉLECTRIQUES

La **recherche de compacité** des machines électriques est de plus en plus forte, notamment dans l'aéronautique, les applications militaires ou encore les éoliennes offshore de grande puissance. L'enjeu : une **excellente fiabilité** afin d'assurer la sécurité des personnes ou de **réduire les coûts de maintenance**. L'amélioration de l'efficacité des techniques de refroidissement est un levier essentiel pour répondre à cette demande croissante.

Tester, comparer et associer différentes solutions

Cette thèse collaborative a pour objectif de mettre en œuvre de nouveaux moyens permettant la **maîtrise thermique des flux de chaleur** émis au sein de la machine électrique, avec une approche exploratoire sur les développantes du bobinage qui se situent hors du circuit magnétique. En effet, celles-ci ont peu de possibilités d'évacuer efficacement les calories qu'elles produisent en dehors de la conduction du cuivre ou de la convection avec l'air en surface, phénomène difficile à maîtriser.

Pour pallier ce manque de maîtrise, **différents systèmes de refroidissement** ont été testés et comparés : jet d'air, jet d'huile (simple ou multiple) et l'utilisation des matériaux à changement de phase solide-liquide (MCP).

Le **fonctionnement en régime transitoire** des applications visées est également pris en compte. Cela conduit à l'**association de différents concepts** tels que, l'utilisation des matériaux à changement de phase solide-liquide (dans le but d'améliorer le contact et de lisser les fortes fluctuations de température), à un système de refroidissement par circulation d'eau permettant de stabiliser les températures.

Des synergies territoriales pour des machines à moindre impact environnemental

Cette **approche exploratoire** à moindre échelle permet d'identifier des moyens innovants de refroidir des machines de fortes puissances et de grandes tailles.

Contribuer à la conception de machines plus compactes s'inscrit dans une **démarche d'écoconception**, permettant une moindre consommation de matière et d'énergie dans leur fabrication. De plus, l'utilisation de moyens de refroidissement dits passifs (tel que les MCP) permet de faire des gains d'énergie consommée durant toute la durée de vie de la machine.

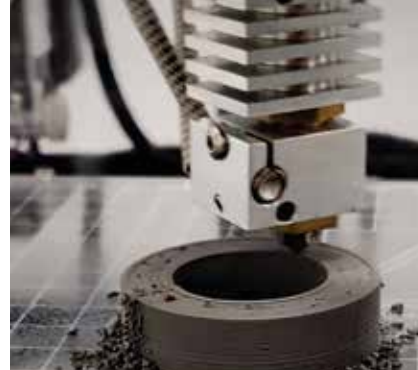
Ce projet illustre également le potentiel en Hauts-de-France pour le développement d'activités innovantes sur des marchés porteurs. Il permet de renforcer des compétences industrielles locales, comme celles de Jeumont Electric, dans le refroidissement des systèmes électriques grâce aux synergies avec le monde universitaire.

 **Thèse CIFRE financée par Jeumont Electric**

 **Années : 2017 - 2021**



LA FABRICATION ADDITIVE



Deux projets sont ici présentés :

- FabOTop est porté par le laboratoire d'Electrotechnique et Electronique de Puissance de Lille sous la tutelle de l'Ecole Centrale de Lille, s'appuyant sur le Laboratoire de Mécanique, Multi-échelle et multi-matériaux de Lille (LaMcube), en partenariat avec l'entreprise Isolectra Martin.

- MAGMA est porté par l'Université de Technologie de Compiègne, et son laboratoire ROBERVAL, en partenariat avec le Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne et le Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Matériaux, les Procédés et les Surfaces.

(photo : Impression de granulés pour les matériaux magnétiques)

UN PROCÉDÉ PORTEUR D'OPPORTUNITÉS POUR LE GÉNIE ÉLECTRIQUE

L'essor des imprimantes 3D permet aujourd'hui d'envisager de nouvelles méthodes de fabrication. La fabrication dite "additive", consistant à créer des structures par superposition de couches de matière, semble pertinente pour la confection de matériaux pour le génie électrique. Alors qu'une grande partie des études se focalise sur les propriétés mécaniques des matériaux créés, les **paramètres thermiques ou magnétiques** doivent être pris en compte afin de tirer une réelle plus-value pour des applications électrotechniques. L'enjeu porte sur la réalisation de formes complexes combinant propriétés électromagnétiques et topologie optimale afin de rendre la fabrication additive **efficace et concurrentielle** pour le génie électrique.

Divers procédés de fabrication additive à appréhender

Il existe une **large palette de technologies, existantes ou en cours de développement**, permettant l'élaboration de différents composants, notamment magnétiques. Chacune présente des avantages et inconvénients.

Le choix de la matière première employée, et sa compatibilité avec le procédé choisi, constitue un élément crucial. Alors que le projet MAGMA se base sur la solidification d'une poudre sous l'action d'une source d'énergie laser, procédé nommé SLM (Sintered Laser Melting), le projet FabOTop s'intéresse aux procédés dérivés du moulage par injection de métal, technologies dites MIM-Like (Metal Injection Molding) en employant comme matière première des granulés. L'emploi de granulés est également possible au sein de procédés de fabrication additive par extrusion. Cette piste est explorée au sein de la plateforme LASCALA (LArge SCALA plAstics & composites 3D printing) de l'IMT Lille Douai.

L'objectif de ces travaux est de déterminer les techniques présentant un juste équilibre entre investissements initiaux et choix de la matière première employée en considérant son coût, son accessibilité, ses performances ainsi que son aptitude à réaliser des pièces complexes.

Une technologie de pointe pour un bel avenir industriel

A terme, le développement des procédés de fabrication additive offre des perspectives économiques ambitieuses avec une possible **relocalisation des outils de production** et une mutualisation de ces derniers au sein de plateformes technologiques ou de micro-usines partagées. S'ajoute à cela une forte valeur ajoutée en matière de **création d'emploi de haute technicité** afin d'exploiter de façon optimale les technologies et machines liées à l'impression 3D.



 **Le projet FabOTop est cofinancé par la Région Hauts-de-France**

 **Durée : 2019 - 2022**



 **Le projet MAGMA est cofinancé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI)**

 **Durée : 2018 - 2021**





AXE 2

**LES CONVERTISSEURS
D'ÉNERGIE
INTELLIGENTS**

Au cœur de la modernisation des réseaux et des nouvelles mobilités

”

Enjeux et perspectives

La transition énergétique nécessite de rendre plus efficace la production, la conversion et le stockage de l'énergie électrique. L'électrification de filières comme l'automobile et le développement croissant de l'énergie électrique renouvelable ont donné une nouvelle impulsion dans la recherche **de nouvelles structures de convertisseurs d'énergie plus efficaces et plus intelligents**.

L'**intégration de l'électronique de puissance** au plus près de la machine est l'un des défis du convertisseur moderne, afin de favoriser son insertion dans des systèmes et environnements divers et d'**améliorer son efficacité énergétique**. Des **modélisations** toujours plus fines et plus complexes servent à l'**excellence de la conception** et à l'élaboration de commandes adaptées. Les approches physiques ou comportementales via l'Intelligence Artificielle (I.A.) montrent également la voie des jumeaux numériques : un atout dans la prédiction, le pilotage et le suivi des systèmes. Enfin, l'ajout de dispositifs additionnels permet aux convertisseurs d'apporter aussi des nouveaux services et solutions tels le Plug&Play, la **détection de défauts** ou encore une **surveillance plus fine et plus adaptative** des machines.

Le mot des responsables du Comité Scientifique de MEDEE

Les convertisseurs d'énergie électrique ont plus de deux siècles. Cependant, grâce aux innovations permanentes dans les domaines de l'électronique de puissance, des matériaux, des moyens de calcul et aussi à l'ingéniosité des chercheurs et des ingénieurs, ces convertisseurs n'ont cessé d'être améliorés afin de répondre aux besoins et défis de plus en plus complexes de notre société.

Les contraintes environnementales liées au réchauffement climatique et la « révolution » de la mobilité électrique nous poussent à dépasser encore davantage nos limites pour aboutir à des convertisseurs plus efficaces, plus compacts et plus respectueux de l'environnement. C'est la raison pour laquelle le pôle MEDEE consacre son énergie à cette problématique, qui se trouve à une position charnière entre les deux autres axes de sa feuille de route, prenant en compte les innovations sur les matériaux et composants dans les propositions de nouvelles structures tout en intégrant dans les démarches de conception ou diagnostic les contraintes systémiques.

Les collaborations académiques et industrielles aux échelles régionale, nationale voire internationale sont un atout majeur pour lever bon nombre de ces verrous scientifiques et technologiques afin de construire une société plus efficiente.



Vincent Lanfranchi

Professeur des universités,
responsable de l'équipe MZEI
du laboratoire ROBERVAL
à l'Université de Technologie
de Compiègne



Aymen Ammar

Ingénieur études électriques
chez JEUMONT Electric

”

Plus de cinquante thèses et projets labéllisés depuis 2010

IMPACT ENVIRONNEMENTAL CONVERTISSEURS ÉLECTROMÉCANIQUES MODÉLISATION EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE OPTIMISATION ELECTRONIQUE DE PUISSANCE CONTRÔLE COMMANDE STRUCTURES INNOVANTES ECO-CONCEPTION

1 Les nouvelles structures des convertisseurs

L'amélioration des performances des convertisseurs passe par la conception de nouvelles structures prenant en considération des **contraintes émergentes** telles que la montée en tension, la moyenne et haute fréquence, les vibrations ainsi que le rayonnement électromagnétique et acoustique. L'objectif est d'atteindre une **meilleure efficacité énergétique** allant de pair avec une **optimisation topologique des convertisseurs en tant que système**. L'intégration de matériaux nano-renforcés ou non conventionnels ouvre la voie à ces nouvelles topologies. Il s'agit alors d'en étudier l'impact et les aspects multi-physiques inhérents, notamment à l'aide de modèles numériques.

2 L'intégration système et contrôle des convertisseurs

Avec la conception de nouvelles structures et l'intégration d'électronique de puissance en leur sein, l'intégration système des convertisseurs intelligents est un point primordial. C'est ici l'intégralité de **la chaîne de traction des machines tournantes et linéaires** qui est abordée avec différents dimensionnements et paramètres à considérer comme la température, les vibrations ou les champs magnétiques. S'ajoute à cela **le rôle des systèmes de commandes**, avec ou sans capteurs, ayant un impact sur de nombreux critères et pouvant permettre des approches de conception/commande optimisées simultanément.

3 L'impact environnemental et le diagnostic

Mesurer et réduire l'impact environnemental des convertisseurs nécessite d'aborder les problématiques d'**éco-conception**, de **rendement** et de **cycle de vie**. Accroître l'efficacité des machines électriques et des transformateurs de puissance passe notamment par l'**utilisation de composants nouveaux** comme des tôles magnétiques aux caractéristiques améliorées, par des procédés innovants telle la fabrication additive ou par l'insertion de dispositifs additionnels dans les machines.. Limiter les bruits et vibrations des machines est également un enjeu essentiel, qui prend une importance croissante pour des applications dans les transports par exemple.

Les outils de diagnostic, l'analyse non-intrusive de défauts, les mesures non-invasives de performance énergétique permettent **la prédiction du vieillissement et l'optimisation de la maintenance** des machines. Pour que ces outils soient économiquement viables, les résultats numériques se doivent d'être au plus près de la réalité, au prix de temps de calcul acceptables.

NOS THÉMATIQUES

CE2I

Convertisseur d'Énergie Intégré Intelligent



La démarche originale et unique du projet repose sur l'implication simultanée de compétences régionales en électronique de puissance, conception et modélisation de machines électriques, gestion d'énergie, analyses thermiques des composants et systèmes.

(photo : Intégration de caloducs de refroidissement au coeur de la machine)



UN PROJET FÉDÉRATEUR POUR LE MOTEUR DU 21^E SIÈCLE

CE2I s'intéresse à la conception et à la réalisation d'ensembles de convertisseurs statiques associés à des machines électriques, et à leur contrôle. La particularité du projet est de **viser l'intégration extrême de ces ensembles**. Les problématiques en jeu étant plurielles, le projet CE2I allie les compétences de 4 laboratoires régionaux spécialisés en génie électrique et thermique afin de converger vers les meilleures solutions.

Le projet est ainsi découpé en plusieurs tâches interconnectées comprenant entre autres le développement et le diagnostic de convertisseurs de puissance haute fréquence à base de matériaux « grand gap » ou encore le travail dans le domaine des machines très haute température. L'un des domaines d'application visé est ici celui de la **mobilité électrique** afin d'optimiser la gestion énergétique du véhicule.

Un ensemble de solutions imbriquées et multidisciplinaires

Le projet CE2I a deux grands objectifs :

- Proposer des **convertisseurs d'énergie intégrés** en concevant des systèmes de contrôle commande et d'alimentation qui s'intégreront à l'intérieur même des machines électriques. C'est un enjeu d'efficacité énergétique, de compacité, de robustesse et de disponibilité, pour **répondre aux nouveaux besoins des industriels**,
- Proposer des **convertisseurs d'énergie intelligents** par la conception de machines tolérantes aux pannes et/ou plus fiables structurellement, dont le système de commande intégrera des fonctions d'auto-reconfiguration.

Ces systèmes intégrés, pensés comme des **solutions complètes de type « Plug and Play »**, permettront de faciliter l'usage du vecteur énergétique électrique, à la fois dans les applications existantes, les rendant par là-même plus propres, mais aussi pour inventer de nouvelles applications rendues possibles par les performances de l'énergie électrique.

Des retombées majeures pour l'écosystème régional

Le projet se positionne sur la levée de verrous scientifiques et techniques qui permet de **nombreuses publications internationales**. Des **brevets** sont également en phase de publication et/ou de dépôt.

A l'issue du projet, **un démonstrateur moyenne puissance ainsi que plusieurs prototypes de convertisseurs d'énergie intelligents intégrés** seront élaborés de manière à former une vitrine du savoir-faire régional dans ce domaine.

De manière générale, le projet permet de renforcer la recherche collaborative entre les établissements académiques des Hauts-de-France et les industriels (en particulier EDF et Jeumont Electric) et de collaborer avec des Universités de l'Eurorégion.



- Le projet CE2I a été retenu au titre du Contrat Plan Etat Région (CPER) 2015-2022
- Projet cofinancé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional

Années : 2015-2022



DICIT

Développement et Intégration des Convertisseurs statiques DC/DC pour l'Interconnexion et le Transport de l'Énergie Électrique



Le projet est porté par les Arts et Métiers Sciences et Technologies de Lille, s'appuyant sur le Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance de Lille, en partenariat avec l'école d'ingénieur ESME Sudria Lille.



LE COURANT CONTINU HAUTE TENSION AU SERVICE DU TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

Avec le lancement de plans européens visant au **développement massif des énergies renouvelables**, des projets de parcs éoliens offshore ou de fermes solaires à forte puissance émergent. Ces nouvelles installations peuvent se trouver à distance des lieux de consommation d'énergie et nécessitent de fait le transport de l'électricité avec des câbles sous-marins ou enterrés sur de longues distances. Le **courant continu haute tension (HVDC)** apporte des bénéfices significatifs pour ce type d'applications mais le développement et l'interconnexion de ce nouveau réseau nécessitent d'adapter l'existant avec l'arrivée de nouvelles technologies DC/DC.

Des convertisseurs nouveaux

Le projet vise à **développer les interconnexions du réseau électrique en courant continu à l'échelle internationale** afin de créer un maillage offrant une plus grande fiabilité et flexibilité.

Pour cela, DICIT **dimensionnera et étudiera le contrôle et l'intégration des convertisseurs statiques DC/DC** sur ces nouveaux réseaux à hautes tensions. Ces convertisseurs innovants pourront adapter les différents niveaux de tension d'un réseau électrique à grande échelle et permettront le maillage de ce « supergrid ». Au-delà de leur action de régulation, ces convertisseurs serviront à éviter ou limiter la propagation des courts-circuits. Leur développement sera basé sur les principes des Convertisseurs Modulaires Multiniveaux (MMC), technologie ayant initialement été développée afin d'interconnecter ces liaisons HVDC au réseau de transport AC.

Des compétences fortes

DICIT est un projet structurant pour le L2EP, développant des synergies essentielles entre les équipes et les chercheurs et ouvrant à des interactions avec d'autres structures de recherche comme l'ESME-Sudria.

Il renforcera les compétences du laboratoire sur différents axes de recherche avec :

- Des activités d'étude et de modélisation des convertisseurs statiques DC/DC,
- L'intégration de ces nouveaux convertisseurs au sein d'environnements HVDC avec un focus sur leur capacité de gestion des flux d'énergie,
- Des tests expérimentaux menés sur la plateforme EPMLab et intégrant des outils de simulation en temps réel (jumeaux numériques) permettant de tester les nouveaux convertisseurs.

DICIT offre également de fortes perspectives aussi bien concernant l'installation de nouvelles structures de production renouvelable que le renforcement du réseau de transport.

 **Projet cofinancé par l'Agence Nationale de la Recherche**

 **Années : 2021 - 2025**



MICI

Impact du vrillage sur les forces électromagnétiques dans l'entrefer : application aux machines asynchrones



Le projet est porté par le Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance de Lille sous la tutelle de Centrale Lille, en partenariat avec le laboratoire Roberval de l'Université de Technologie de Compiègne ainsi que Alstom Transport Orans.

(photo : Illustration de deux rotors de machines asynchrones de traction avec des pas de vrillage différents)



AMÉLIORER LES PERFORMANCES VIBRO-ACOUSTIQUES DES MACHINES TOURNANTES

Les industriels doivent répondre à des normes vibro-acoustiques toujours plus exigeantes. De façon générale, l'utilisation du procédé de vrillage permet de réduire les ondulations de couple. Pour les machines de traction de fortes puissances cependant, ce procédé peut générer des forces supplémentaires, sources de nuisances vibro-acoustiques.

Le projet MiCi cherche donc à étudier l'impact du vrillage sur le compromis entre performances et bruits des machines asynchrones des **moteurs à traction ferroviaire**.

A l'origine des bruits, des forces électromagnétiques modulables

Afin de quantifier l'impact du vrillage, le projet se concentre sur le calcul des **forces électromagnétiques dans l'entrefer** à l'origine des vibrations, du bruit d'origine magnétique et du couple. Des modèles analytiques et à éléments finis permettent d'estimer ces forces dans le cas spécifique d'un moteur vrillé. Ils offrent une compréhension plus fine de l'**origine des forces électromagnétiques** et permettent alors de **déterminer des configurations de machines moins bruyantes** en jouant sur divers paramètres tels que : le vrillage, mais aussi le nombre de paires de pôles, le nombre d'encoches au stator et au rotor, la forme des encoches, la distribution du bobinage, etc. Ces modèles sont valables pour les machines asynchrones de traction ferroviaire mais sont facilement adaptables pour les machines synchrones.

Il demeure néanmoins nécessaire de prendre en considération les potentiels effets néfastes du vrillage pouvant avoir des répercussions sur le couple et de fait altérer les performances du moteur.

Une capitalisation forte

L'étude des forces électromagnétiques réalisée à l'aide de modèles vibro-acoustiques permet de :

- Démontrer l'impact d'un vrillage imparfait sur les performances et le bruit d'un moteur asynchrone de traction ferroviaire,
- Capitaliser sur l'ensemble de ces modèles - faisant intervenir des outils de modélisation 3D - pour permettre la mesure et l'analyse des pressions radiales ainsi qu'une estimation des harmoniques spatio-temporels de pression, le tout en lien avec les aspects bruits et vibrations de la machine électrique.



Projet cofinancé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional



Années : 2014 - 2018



QUELQUES ÉVÉNEMENTS CLÉS

Trophées de l'Industrie 2018

EREM lauréat du prix de la filière électrique



Régis LEMAITRE, Vice-Président Développement Stratégique Thyssenkrupp Electrical Steel et Vice-Président du Pôle MEDEE remet le prix à Paul MAIER, directeur d'EREM.

Chaque année, MEDEE a le plaisir de remettre le prix de la filière électrique lors des Trophées de l'Industrie. Cette manifestation, organisée par la Société Industrielle du Nord de France, rassemble plus de 800 responsables d'entreprises et d'organisations, venus saluer les lauréats pour leurs réussites et performances.

En 2018, le pôle a récompensé une pépite régionale dans la réparation, la conception et la fabrication de machines tournantes de haute technicité : **la PME EREM**. Basée à Wavignies dans l'Oise, c'est le seul réparateur français de moteurs agréé par Siemens. Au-delà de son savoir-faire pointu, l'entreprise se démarque également par son engagement en faveur de l'innovation en collaboration avec les laboratoires régionaux. EREM s'inscrit dans l'industrie 4.0 et compte sur les technologies du jumeau numérique pour travailler sur la maintenance prédictive des moteurs de Siemens.

Modélisation électromagnétique

L'excellence du LAMEL reconnue par le Prix Caseau



En troisième position en partant de la gauche : Laurent MONTIER, lauréat du Prix Paul Caseau 2019 dans la catégorie modélisation et simulation numérique pour sa thèse au sein du LAMEL. Copyright : EDF

Le LAMEL - Laboratoire Avancé de Modélisation du MATériel ÉLectrique - est un laboratoire commun entre deux adhérents du pôle, **EDF** et le **L2EP**, ayant développé un code unique : **code_Carmel** - Code Avancé de Recherche en Modélisation Électromagnétique. Cet outil fiable et robuste permet de modéliser et de simuler des phénomènes électromagnétiques en basses fréquences. Il permet par exemple de valider la performance des éoliennes ou d'équipements du parc nucléaire.

En 2019, les apports scientifiques majeurs de ce code ont été reconnus par le Prix Caseau. Cette distinction, décernée chaque année à des jeunes chercheurs ayant soutenu leur thèse de doctorat dans l'année précédente, récompense des travaux présentant un caractère exceptionnel sur le plan scientifique et sur l'originalité des idées ou de la démarche. La thèse de Laurent MONTIER - application de méthodes de réduction de modèles aux problèmes d'électromagnétisme basse fréquence - a ainsi été récompensée.



AXE 3

INTÉGRATION SYSTÈME, GESTION DE L'ÉNERGIE ET STOCKAGE

Le pôle MEDEE apporte, à son niveau, toute sa contribution à l'évolution du réseau électrique.

”

Enjeux et perspectives

Depuis une quinzaine d'années, les réseaux électriques s'adaptent constamment face au développement important de **sources renouvelables** dispersées et intermittentes. L'accroissement des exigences en termes d'**efficacité énergétique** ainsi que la libéralisation du marché de l'électricité, entraînent eux aussi de profondes transformations.

L'intégration des énergies renouvelables décentralisées couplée à l'**arrivée de nouveaux services**, tels que le Vehicle to Grid (V2G) ou encore l'autoconsommation collective, font émerger la notion de « **smart grid** », et le besoin d'un réseau flexible et nécessitant un pilotage en temps réel.

Le mot des responsables du Comité Scientifique de MEDEE

L'électricité est à ce jour le mode de transmission de l'énergie sur de longues distances le plus efficace que l'on ait inventé. Ainsi, il est bien naturel que le système électrique se retrouve au cœur de la transition énergétique, actuellement en œuvre dans nos sociétés, en vue de conduire à une décarbonisation massive de notre économie.

Les énergies renouvelables sont en effet amenées à jouer un rôle prépondérant au niveau européen pour diminuer le contenu CO2 du kWh produit. Étant donné que certaines de ces énergies renouvelables peuvent être produites au niveau local, c'est tout une organisation très hiérarchisée qui se trouve remise en cause. De ce fait, une appropriation des thématiques énergétiques par les consommateurs, appelés à devenir acteurs dans leur relation avec le système électrique dans son ensemble, se met progressivement en place.

A l'autre bout de la chaîne, on assiste à un transfert graduel des usages : mobilité, chauffage ..., tout converge pour affirmer que le système électrique va jouer un rôle de plus en plus déterminant dans le bilan énergétique global.

Compte tenu de cette évolution, il est important que MEDEE puisse consacrer un axe sur ce sujet afin de contribuer au développement d'un tissu économique régional dans les Hauts-de-France riche et dynamique.



Xavier Guillaud

Professeur à L'Ecole Centrale de Lille et Responsable Scientifique de la Plateforme Energies Réparties au L2EP



Julien Pestourie

Directeur du département R&D smartgrids d'EDF

”

Une trentaine de projets et de thèses accompagnés depuis la création du pôle.

STOCKAGE GESTION LOCALE DE RÉSEAUX ÉLECTRIQUES CHAÎNES DE TRACTION INTERACTIONS SMART GRID RÉSEAUX ÉNERGIES ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE RÉSEAUX DE TRANSPORT RENOUVELABLES CONVERTISSEURS

Sur la base des forces académiques et industrielles régionales, trois thématiques prioritaires ont été identifiées :

1 La gestion locale de l'énergie électrique

L'intégration de nouvelles sources d'énergies renouvelables nécessite la mise en service et la supervision de réseaux électriques locaux. Ceux-ci incluent fréquemment des sources de **production multiples et multi-énergies**, couplées avec des **solutions de stockage innovantes**. La coordination entre source de production, de consommation et de stockage se révèle de fait un enjeu majeur. De plus, l'intégration à ces réseaux locaux de **nouveaux services aux consommateurs**, nécessite d'associer l'utilisateur dans l'élaboration des lois de commande.

2 L'électronique de puissance dans les réseaux

L'électronique de puissance joue un rôle de plus en plus important au sein des réseaux électriques. Pour les applications de forte puissance, de très nombreuses **liaisons à courant continu** ont été développées ces dernières années et continueront de l'être dans le futur. A un niveau plus local, ces convertisseurs sont indispensables au raccordement des énergies renouvelables sur les réseaux, du stockage ainsi que de nombreux usages de l'électricité. Tout ceci amène à étudier de nouvelles problématiques adjacentes telles que la **stabilité des réseaux** en présence d'électronique de puissance, la **propagation des harmoniques** ou encore les **protections des réseaux**.

3 La mobilité électrique et la gestion associée

La mobilité électrique entraîne l'apparition de nouveaux besoins technologiques : **stockage embarqué** ou encore **solutions hybrides** afin d'augmenter la durée de vie des batteries. Des recherches importantes sont également menées sur les chaînes de traction électrique avec le développement de **structures multi-moteurs** permettant de meilleurs rendements. Ces recherches ont toutes un objectif commun : **la gestion d'énergie optimisée**. Étendue à l'intégralité des moyens de transports, la mobilité électrique est un thème majeur de la transition énergétique. Les outils numériques et l'intelligence artificielle y sont également associés afin d'obtenir une gestion de l'énergie des plus efficaces, le tout dans des environnements très contraints.

NOS THÉMATIQUES

MOBEL CITY

Micro-réseau intelligent, implantation urbaine et régulation locale pour la mobilité électrique en ville



Projet porté par le laboratoire Avenues de l'Université Technologique de Compiègne (UTC), en partenariat avec l'entreprise Systra et la Communauté d'Agglomération de la Région de Compiègne

(photo : Infrastructure Intelligente pour la Recharge des Véhicules Électriques (IIRVEs))



DES INFRASTRUCTURES INTELLIGENTES POUR LA MOBILITÉ ÉLECTRIQUE EN ZONES URBAINES

Avec le déploiement de la mobilité électrique, les villes s'interrogent sur les modes de fonctionnement à associer aux infrastructures de recharge des véhicules :

- **Vehicle To Grid (V2G)** qui consiste en l'injection dans le réseau de l'énergie stockée dans la batterie du véhicule électrique,
- **Vehicle to Home (V2H)** : qui consiste en l'injection dans le bâtiment de l'énergie stockée dans la batterie du véhicule électrique,
- **Infrastructure to Home (I2H)** qui consiste à alimenter le bâtiment directement grâce à l'infrastructure.

Ce projet mené avec l'Agglomération de la Région de Compiègne se veut un outil d'aide à la décision pour les acteurs territoriaux et les entreprises souhaitant favoriser la mobilité électrique.

Des infrastructures intelligentes adaptées aux besoins

L'objectif du projet est de proposer des infrastructures intelligentes pour la recharge des véhicules électriques (IIRVEs) implantées en zones urbaines. Ces infrastructures, équipées de panneaux photovoltaïques et de systèmes de stockage, optimisent les flux d'énergie entre le réseau électrique public, les bâtiments environnants et les véhicules électriques.

Ce projet intègre ainsi :

- Des **dispositifs de recharge des véhicules électriques bidirectionnels**, capables de stocker de l'énergie et de la réinjecter sur le réseau en fonction de la demande,
- Un **outil de régulation technico-économique** des IIRVEs et des stratégies associées et une étude du coût global sur l'ensemble de la durée de vie du matériel,
- Un **outil d'évaluation de la pertinence de l'implantation** des IIRVEs dans l'espace urbain en fonction notamment de la production d'énergie photovoltaïque,
- Un **outil de dimensionnement** des IIRVEs,
- Une **étude d'acceptabilité sociale**.

Des perspectives internationales

Après diverses publications et communications dans des revues nationales et internationales, la dynamique se poursuit aujourd'hui à travers le projet PV2E Mobility labellisé par MEDEE au mois de décembre 2020. Ce projet constitue la contribution française au **programme collaboratif international** Energie Photovoltaïque et Transport de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE).

Cette nouvelle brique vise simultanément le déploiement de **générateurs photovoltaïques embarqués au sein des véhicules électriques** en complément de générateurs photovoltaïques stationnaires au niveau de bornes de recharge.

Une reconnaissance et une vitrine mondiale pour les travaux de l'UTC !

 **Projet cofinancé par l'ADEME**

 **Années : 2017 - 2020**



PANDA

Power Advanced N-level Digital Architecture
for models of electrified vehicles and components



Le projet est porté par l'Université de Lille, à travers son Laboratoire d'Electrotechnique et Electronique de Puissance de Lille, et réunit 11 partenaires (4 universités, 3 PME, et 4 grandes entreprises) de 6 pays.
(photo : Véhicule électrique instrumenté de l'Université de Lille – essais expérimentaux pour validation de modèles)



DES MODÈLES DE SIMULATION POUR LE TEST DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET LEURS COMPOSANTS

De nombreux modèles et outils numériques sont utilisés pour la **simulation et les tests des véhicules électrifiés** et de leurs composants. Sont ici évoqués une gamme des modèles allant des plus précis au niveau des composants jusqu'à des modèles globaux au niveau du système, mais aussi des modèles hors ligne pour la conception des composants et des modèles temps réels pour le test de ces composants.

Ces outils sont ainsi utilisés sans **une forte interconnexion**, ce qui conduit à des performances réduites tout en nécessitant un temps de développement important. Ce projet vise à développer une **organisation unifiée de modèles numériques** pour une intégration transparente dans les essais virtuels et réels de tous les types de véhicules électrifiés et de leurs composants.

Une structuration européenne

PANDA vise à développer une organisation innovante de modèles de composants de véhicules électrifiés.

Au travers d'un réseau de partage (cloud), cette nouvelle organisation permettra la simulation et le test de nouveaux concepts de véhicules, de manière **plus efficace, plus intégrée et plus rapide**. Divers véhicules réels seront ainsi étudiés (véhicule électrique à batterie, véhicule à pile à combustible et véhicule hybride), de la simulation au test de sous-systèmes réels. Cette organisation en rupture avec l'existant permettra un **développement accéléré de ces véhicules électrifiés**. Le **formalisme REM** (Représentation Energétique Macroscopique) développé par le L2EP sera utilisé comme outil d'unification des organisations de modèles. Le logiciel Simcenter AMESIM de Siemens Software servira de démonstrateur commun pour l'application de méthodes développées sur un logiciel industriel.

Une intégration des modèles pour un développement accéléré

L'intégration unifiée des différents modèles du processus permettra **une réduction du temps de développement et de mise sur le marché** jusqu'à 20% à l'aide de modèles modulaires et flexibles ainsi que d'une augmentation de la fiabilité par la réutilisation des modèles. Elle offrira également un **développement et un test facilités** de nouveaux composants/sous-systèmes grâce à la grande flexibilité des modèles connectés.

Les résultats du projet conduiront à des emplois de haut niveau dans les entreprises européennes. Enfin, l'intégration unifiée des différents modèles ouvrira la porte au développement d'une **méthode d'interconnexion ouverte** pour l'organisation des modèles en fonction des normes mais aussi au développement d'**installations virtuelles et de tests** pour l'intégration des composants dans les futurs véhicules électrifiés.



Projet cofinancé par le programme européen
Horizon 2020



Années : 2018 - 2021



ENR TRANS 1

Énergies renouvelables et réseaux de transport



Le projet est porté le Laboratoire d'Electrotechnique et Electronique de Puissance de Lille sous la tutelle de Centrale Lille en partenariat avec RTE.
(photo : Convertisseur Modulaire Multiniveaux développés au L2EP)



RÉSEAU COURANT CONTINU EN SUPPORT DE FRÉQUENCE ET STABILITÉ DES CONVERTISSEURS STATIQUES DE FORTES PUISSANCES

Depuis le XIX^e siècle, les concepts fondamentaux ayant servi à développer et régir le fonctionnement des réseaux électriques sont essentiellement basés sur le comportement électromécanique des machines synchrones associées à leur turbine d'entraînement. **L'intégration croissante des sources renouvelables** dans une production électrique davantage décentralisée et le **développement de liaisons à courant continu** afin de transporter cette énergie révolutionnent ces concepts fondamentaux. Certaines problématiques émergent concernant à la fois les liaisons en courant continu et celles en courant alternatif.

Courants continu et alternatif, des solutions à apporter

Le projet s'est tout d'abord intéressé à ce sujet en traitant la problématique de transport d'électricité en courant continu via des **liaisons point à point ou multi-terminales** avec :

- **L'étude du fonctionnement des convertisseurs de très forte puissance en situation dégradée**, c'est-à-dire en cas de défaut sur le réseau AC, mais aussi en cas de réseau faible où la tension au point de connexion est très influencée par le courant qui transite dans le convertisseur,
- **Le réglage de fréquence à l'aide de réseaux en courant continu** en passant par la détermination d'une loi de commande optimale afin d'éviter que l'effort de réglage demandé par le réseau AC pour soutenir la fréquence ne déstabilise le réseau DC.

D'autre part, EnR_TRANS 1 s'est penché sur **les réseaux à courant alternatif avec fort taux de pénétration de convertisseurs d'électronique de puissance**. En effet, à partir d'un certain taux de pénétration, le mode de connexion actuel des convertisseurs d'électronique de puissance n'est plus acceptable. Il convient alors de développer d'autres méthodologies dites « grid forming » ou le convertisseur peut se comporter comme une source de tension pour « former » le réseau à l'instar du rôle actuel des machines synchrones.

Un réseau électrique à réinventer

Le projet EnR_TRANS 1 permet une **meilleure compréhension globale du fonctionnement des convertisseurs de puissance sur un réseau** en situation dégradée. Le projet met également en pratique certaines applications sur des maquettes ou implantations expérimentales et offre de fait une **montée en compétence scientifique** sur les nouveaux modes de connexion des convertisseurs d'électronique de puissance. Cela permettra à terme l'augmentation du taux de pénétration des énergies renouvelables et de fait l'accompagnement de l'évolution du réseau électrique.



 **Projet cofinancé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional**

 **Années : 2017-2019**



QUELQUES ÉVÉNEMENTS CLÉS

ETIP-SNET 2019

Lumière sur le projet APC2020 lors du regional workshop !



Thomas ROILLET et Daniel MARIN présentant le projet APC2020 au regional workshop d'ETIP-SNET en 2019

L'ETIP-SNET - European Technology and Innovation Platform for Smart Networks for Energy Transition - est une plateforme technologique européenne autour des réseaux électriques. Son rôle est d'alimenter la Commission Européenne pour sa politique d'innovation sur les réseaux électriques. Pour cela, des regional workshops sont organisés chaque année afin d'échanger sur les dernières avancées sur le sujet.

En 2019, le Western regional workshop s'est tenu à Paris et a notamment été organisé avec l'aide du pôle MEDEE. A cette occasion, le projet APC2020 - Autoconsommation Photovoltaïque Citoyenne à l'Horizon 2020 - porté par l'équipe Réseaux du L2EP, sous la tutelle des Arts et Métiers Sciences et Technologies de Lille - a été valorisé dans la thématique "Digitisation of the electricity system and Customer participation". Ces travaux ont notamment permis de modéliser les comportements et les technologies photovoltaïques adaptés à l'autoconsommation chez les particuliers des Hauts-de-France.

Une belle vitrine d'ampleur européenne pour les travaux menés par les membres de MEDEE : bravo !

Programme Live TREE

Le laboratoire vivant de la transition énergétique



Le Bâtiment Rizomm de Junia Lille

Lancé en 2013, Live TREE est le programme de transition énergétique et sociétale de l'Université Catholique de Lille. Programme de recherche et d'enseignement par la pratique, il s'inscrit dans la dynamique Rev3 - La Troisième Révolution Industrielle en Hauts-de-France. Via une approche collaborative avec les étudiants, personnels, habitants, entreprises et collectivités, il vise à réduire l'empreinte carbone du campus et le transformer en laboratoire vivant.

Les enjeux de production, stockage et gestion intelligente de l'énergie sont au cœur de cette expérience remarquable, qui mobilise notamment l'équipe réseaux du L2EP et la chaire industrielle Smart Buildings as Nodes for Smart Grids (SBnodesSG) de Junia Lille, lancée en 2018. L'objectif de cette chaire, dont MEDEE est partenaire aux côtés d'EDF et ENEDIS, est d'améliorer le confort des usagers et l'efficacité énergétique en intégrant les objets connectés et le big data dans la gestion intelligente des bâtiments et réseaux d'énergie. Fruit de ces travaux, le démonstrateur RIZOMM - bâtiment intelligent, producteur et autoconsommateur d'électricité - a été inauguré en 2019, en présence de Xavier Bertrand, Président de la Région Hauts-de-France, Martine Aubry, Maire de Lille et Damien Castelain, Président de la Métropole Européenne de Lille.

AXE TRANSVERSE
OUTILS ET MÉTHODES
NUMÉRIQUES



Le numérique, enjeu clé de l'avenir de la recherche en génie électrique

”

Enjeux et développements

Qu'il s'agisse des composants et matériaux du génie électrique servant à élaborer des machines toujours plus performantes, fiables et adaptables ou encore des réseaux énergétiques dont l'évolution constitue un enjeu crucial, des **outils de diagnostic et de modélisation** toujours plus élaborés sont en constant développement. Bousculant les méthodes classiques de conception multi-physique, de production, de supervision et d'optimisation mais également les méthodes de réflexion, de nouveaux aspects et méthodologies émergent, intimement liés à l'**expansion du numérique**.

Ces dernières années, les études de systèmes électrotechniques, de leur conception et de leur exploitation, ont montré la nécessité d'**intégrer de nombreux phénomènes physiques** autour de l'électronique de puissance, la commande, la compatibilité électromagnétique, l'aéro-thermique et la vibro-acoustique. Ainsi, la conception et l'exploitation d'un système électrique nécessite aujourd'hui de tenir compte de ces phénomènes et donc d'utiliser des modèles suffisamment représentatifs.

Toutefois, l'aspect temps d'exécution demeure primordial. Aussi, lors d'une phase de conception, les approches de modélisations multi-physiques avec des modèles à finesse variable et des outils assurant une étude plutôt qualitative des phénomènes physiques présentent un réel intérêt. Ces approches qui assurent un **bon compromis temps de calcul – précision** peuvent être couplées à des outils d'optimisation multi-objectif pour renforcer la précision des calculs par des itérations entre modèles réduits et modèles fins.

A cela s'ajoute l'introduction d'approches dites stochastiques permettant la **prise en compte des incertitudes** tant dans le domaine de la conception des machines électriques que dans celui de la supervision des réseaux. Des outils capitalisant sur des méthodes à logique floue incluant de la commande prédictive ou encore des techniques liées à l'intelligence artificielle ont notamment été développés pour le monitoring des réseaux.

Dans ce contexte, divers projets MEDEE ont permis de réaliser des prototypes avec des industriels dont les **mesures expérimentales effectuées sur un système réel** ont constitué des moyens de validation des modèles multi-physiques développés ainsi que les différentes approches avec leurs limites d'exploitation.

JUMEAU NUMÉRIQUE
SIMULATION
NUMÉRIQUE
MACHINE LEARNING
SUPERVISION RÉSEAU
RÉDUCTION DE MODÈLES
PRÉDICTION
MODÈLE PHYSIQUE
COMMANDE
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
MODÈLE GUIDÉ
MAINTENANCE

Les nouveaux défis sont nombreux : recherche de précision, prise en compte des imperfections liées à l'industrialisation, intégration des procédés de fabrication et limitation des temps de calculs.

Ainsi, la modélisation sur la base de données issues de mesures expérimentales, permettra de construire des modèles de type « machine learning » représentatifs du comportement du système réel. Le fort développement de l'I.A., couplée à des modèles physiques simplifiés, devrait permettre d'envisager la mise au point de jumeaux numériques.

Enfin, dans l'optique d'une réduction des temps de calculs, de nouvelles démarches émergent, comme les techniques de réduction de modèles et celle de la construction de méta-modèles.

C'est bel et bien l'appropriation et l'emploi de ces nouveaux outils et méthodes, massivement en lien avec le numérique, qui sont amenés à développer l'avenir et l'intelligence des travaux de recherche et développement en génie électrique dans le contexte de la transition énergétique, mais aussi de **l'industrie 4.0 et de la mobilité électrique**.

ÉVOLUTIONS ET PERSPECTIVES



FOCUS SUR LES JUMEAUX NUMÉRIQUES

Le développement des jumeaux numériques est l'un des points applicatifs les plus importants dans la mesure où ces derniers permettront :

- La **simulation des comportements d'un système** qui ne peuvent pas être reproduits et/ou testés expérimentalement,
- L'exploration des stratégies et lois de commande les plus adéquates pour le pilotage d'un système,
- Le suivi du système pour faire du **diagnostic prédictif et de la maintenance**.

AXE AFRIQUE
L'ÉNERGIE
DES HAUTS-DE-FRANCE
POUR L'AFRIQUE

*Depuis 2017, le pôle a accompagné 29 projets,
dont 15 sont déjà financés dans 12 pays différents.
Au total, plus de 90 acteurs sont mobilisés
en Hauts-de-France et en Afrique.*

”

Enjeux et perspectives

Aujourd'hui, en Afrique subsaharienne, plus de 600 millions de personnes vivent toujours sans électricité¹, levier indispensable pour la formation, la santé et le développement économique local. Pour autant, c'est aussi sur ce continent que le Monde de demain s'invente. Terre de la jeunesse, de l'entrepreneuriat et de l'**innovation**, entreprises et investisseurs cherchent à se positionner en Afrique. C'est à cette double facette du continent que MEDEE et ses adhérents s'adressent, en lien étroit avec les travaux historiques du pôle.

Les défis de l'accès à l'énergie en Afrique sont nombreux. Augmenter les taux d'électrification de la région, en particulier en zone rurale, ne peut pas se faire au détriment de la **fiabilité** et de la **durabilité**. C'est pourquoi le renforcement de l'efficacité énergétique et le choix des énergies renouvelables apparaissent comme les clés de la réussite de l'électrification du continent. La nécessaire évolution des **réseaux électriques** par l'intégration croissante de ces sources d'énergies intermittentes et décentralisées est un **enjeu commun** aux réseaux électriques français, européen et africain. Le continent apparaît donc comme un partenaire privilégié dans le développement de projets innovants mobilisant des compétences régionales.

Notre positionnement

Depuis 2017, le pôle MEDEE, avec le soutien du Conseil Régional des Hauts-de-France, déploie une stratégie spécifique pour accompagner ses adhérents sur le marché africain. L'objectif est de soutenir le développement de projets collaboratifs concrets avec le continent, tout en consolidant la filière des réseaux électriques en Hauts-de-France. Pour les adhérents du pôle, cette dynamique est porteuse d'opportunités : nouveaux débouchés économiques, développement de synergies en R&D ou encore collaborations sur les programmes de formation.

Pour cela, MEDEE défend les valeurs suivantes dans chacune de ses actions :

- Assumer une **position ambitieuse et novatrice**, sur une problématique au croisement des défis mondiaux du XXI^e siècle, en particulier le réchauffement climatique et les crises migratoires,
- S'engager dans une démarche de co-construction, marquée par **des rapports gagnants-gagnants** avec les partenaires africains : c'est une condition indispensable à la soutenabilité de la dynamique. Cela implique un véritable effort visant l'excellence des projets, le transfert réciproque de compétences ainsi que le suivi et l'évaluation des collaborations,
- Soutenir **l'innovation en Afrique et en Hauts-de-France**, en proposant une offre à la pointe des technologies, soutenable socialement et économiquement. Les démonstrateurs en Hauts-de-France incarnent les compétences régionales auprès des partenaires africains. Les projets mis en place en Afrique inspireront les évolutions futures des réseaux européens vers davantage de décentralisation et d'énergies renouvelables.



1 - Moussa P. Blimpo et Malcolm Cosgrove-Davies. 2020. Accès à l'électricité en Afrique subsaharienne : Adoption, fiabilité et facteurs complémentaires d'impact économique. Collection Africa Development Forum. Washington, DC : Banque mondiale. Doi:10.1596/978-1-4648-1488-4.

A travers une démarche collaborative, MEDEE a identifié cinq thématiques prioritaires :

1 La production en énergie renouvelable, le stockage et le raccordement

Les progrès technologiques et la mise en place de modèles économiques innovants soutiennent le développement rapide des énergies renouvelables en Afrique. Miser sur des énergies souvent intermittentes implique cependant de maîtriser la question du stockage, prenant en considération les usages, l'impact environnemental et le coût des technologies. Enfin, le renforcement et l'extension des réseaux de transport et de distribution publics restent au cœur des problématiques de l'électrification de l'Afrique.

2 Les mini-réseaux intelligents

Système isolé sur un périmètre limité, un mini-réseau est composé d'un ensemble permettant la production, le stockage et la distribution d'électricité avec un potentiel suffisant pour une utilisation productive. C'est aujourd'hui une alternative en forte expansion avec l'appui des nouvelles technologies pour l'optimisation de la gestion, de la maintenance et de la qualité de service.

3 Les systèmes régionaux de coopération

Le renforcement de l'intégration des marchés nationaux de l'électricité en Afrique vise des économies d'échelle dans les investissements, l'optimisation de la production et de la consommation, l'amélioration de la qualité du service et le partage de bonnes pratiques. MEDEE dispose de compétences clefs pour ce type de dynamique complexe.

4 La maintenance et l'efficacité énergétique

Assurer la pérennité des installations existantes et à venir pour garantir une énergie fiable et stable est une priorité. Elle dépend de la qualité des matériaux et composants utilisés, de l'adaptation des technologies aux conditions et usages locaux et de la formation des populations locales à l'entretien des installations.

5 Le renforcement des capacités et le transfert des compétences

Accompagner la professionnalisation des formations initiales et continues, renforcer le dialogue entre académiques et entreprises et jouer un rôle d'appui aux écosystèmes de R&D&I locaux est un élément distinctif de notre positionnement. Ce sont des leviers indispensables pour renforcer la compétitivité des entreprises locales et l'insertion professionnelle de la jeunesse.

NOS THÉMATIQUES

SW-EW

Solar & Wind for Electricity and Water

Le projet est porté par l'entreprise Flipo-Richir en partenariat avec le Laboratoire Systèmes Electrotechniques et Environnement (LSEE) de l'Université d'Artois et le pôle MEDEE.

(photo : Flipo-Richir)



UNE SOLUTION INNOVANTE ET MODULABLE DE PRODUCTION D'ÉNERGIE, D'EAU ET DE FROID

Basée à Seclin (59), Flipo-Richir est une entreprise active dans le domaine de l'Énergie, des systèmes électriques et des automatismes. L'entreprise a ouvert en 2018 une filiale en Guinée. La particularité de cette PME est de se positionner sur une vision durable de l'usage des équipements, en mettant au cœur de son activité les enjeux de maintenance.

Ce projet est réalisé en partenariat avec le LSEE de Béthune qui assure le développement scientifique du concept qui donnera lieu au démonstrateur. La gestion du projet (coordination, communication, dissémination) est confiée au pôle MEDEE.

Un premier démonstrateur pour renforcer l'accès aux soins en Guinée

Flipo-Richir conçoit et déploie le premier démonstrateur de la solution innovante « Solar & Wind for Electricity and Water - SW-EW » pour l'hôpital de Mamou en **Guinée**. Sous forme de container intégré, elle permet la **production hybride d'énergie électrique, d'eau et accessoirement de froid**, autonome, transportable, modulable et extensible suivant les besoins locaux.

Sur le site de Mamou, elle permettra de renforcer l'accès aux soins dans des conditions satisfaisantes avec une alimentation fiable en électricité, donc sans danger pour les équipements médicaux sensibles, et l'accès à l'eau potable, indispensable pour la santé des patients.

Le **transfert de compétences** est un volet majeur du projet, grâce à la mobilisation de l'Institut Supérieur de Technologie de Mamou, qui assurera le suivi et l'entretien de l'installation avec ses enseignants et étudiants.

Un effet d'entraînement pour la filière régionale

Flipo-Richir s'est engagée en faveur d'une véritable dynamique collaborative régionale avec la mise en place d'un comité de suivi du projet. Celui-ci a pour objectif d'optimiser le suivi et l'évaluation du projet, sur les volets scientifiques, techniques, économiques, sociaux et environnementaux. Il rassemble les entreprises **KDE Energy France** et **EEL Energy**, l'**Université d'Artois**, le **lycée Baggio** et l'**ONG Le Partenariat**.

 **Projet cofinancé par la Région Hauts-de-France à travers l'appel à projets Acteurs de l'Énergie pour l'Afrique**

 **Années 2018 - 2021**



LEOPARD

Technologie microgrid en Afrique de l'Ouest



Le projet est porté par l'Université de Picardie Jules Verne, via le Laboratoire de Technologies Innovantes, en partenariat avec le pôle MEDEE et cinq partenaires béninois, sénégalais et allemand.

(photo : @ ARESS)



CONTRIBUER À LA DISSÉMINATION DES TECHNOLOGIES MICRO-GRID EN AFRIQUE DE L'OUEST



Le projet LEOPARD est l'un des huit projets retenus dans le cadre du second pilier du **programme européen** LEAP-RE - Long-Term Joint EU-AU Research and Innovation Partnership on Renewable Energy. L'objectif de ce programme est de créer une communauté de recherche et d'innovation Europe-Afrique pour les énergies renouvelables.

LEOPARD constitue une belle opportunité de renforcer le rayonnement européen des acteurs régionaux engagés, et est ainsi amené à devenir un **projet structurant** de la dynamique régionale Énergie pour l'Afrique.

Concevoir, tester et évaluer une solution conteneurisée de production d'énergie

Le projet LEOPARD vise à disséminer la technologie micro-grid en concevant, testant et évaluant une solution conteneurisée de production d'énergie renouvelable en milieu rural et péri-urbain. Le projet contribuera à :

- Déterminer les conditions locales d'accès à l'énergie au niveau du quartier, du village et de la région,
- Optimiser les bénéfices technico-économiques, en tenant compte des usages et des appropriations locales de la solution,
- Analyser **les conditions et les impacts de l'interconnexion de la solution** conteneurisée hors réseau dans un micro-réseau plus important et sa connexion au réseau national,
- Définir les conditions de répliquabilité et d'adaptabilité et cartographier les zones du Bénin et du Sénégal où la solution pourrait être appropriée.

Le résultat des actions collaboratives avec le Bénin

Ce projet est le résultat des efforts menés par le pôle MEDEE pour structurer son réseau de compétences régionales pertinentes pour le marché africain et de relais à Bruxelles et en Afrique sur la thématique Énergie pour l'Afrique.

Il capitalise également sur les projets précédents du pôle MEDEE, menés notamment avec le Bénin. Par la présence dans le consortium de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi et de African Renewable Energy Systems & Solutions (ARESS), ce projet constitue une première concrétisation des ambitions de la Convention de Partenariat signée avec le **Cluster Énergies et Applications au Bénin** en février 2020.

 **Projet cofinancé par le programme européen Horizon 2020**

 **Années 2020 - 2023**



GUICHETS ÉNERGIE

Electrification et digitalisation des écoles malgaches



Le projet est porté par la start-up malgache Jirogasy en partenariat avec la Grande École d'Ingénieurs Junia et l'entreprise KDE Energy France.
(photo : Ordinateur solaire développé par la start-up malgache Jirogasy)



ELECTRIFIER ET DIGITALISER LES ÉCOLES MALGACHES

Créée en 2017, la start-up Jirogasy produit des systèmes solaires et des outils connectés made in Madagascar. Forte d'une équipe de 14 techniciens et ingénieurs ainsi que d'un laboratoire d'électronique et d'une chaîne de production semi-industrielle, la start-up a à cœur de développer les savoir-faire locaux.

Souhaitant se lancer dans un projet d'électrification rurale de grande ampleur, Jirogasy s'est rapprochée du pôle MEDEE afin d'identifier des **appuis techniques et technologiques** complémentaires.

Monitoring innovant de systèmes photovoltaïques

Le projet vise à assurer l'électrification et la digitalisation de l'école de 4 villages pilotes et de proposer aux habitants du voisinage de profiter de l'électricité moyennant un paiement de leur consommation en pay-per-use. L'électrification se fera à travers des systèmes photovoltaïques de quelques kWc équipés de solutions de stockage. La digitalisation passera par l'installation d'ordinateurs solaires dans chaque établissement pour créer des salles informatiques.

Un protocole OG de remontée des données de consommation permettra de **prédire les opérations de maintenance** à mener sur les systèmes et de **superviser le paiement à la consommation**. De plus, les systèmes solaires seront interconnectés afin de permettre d'adapter l'allocation de l'électricité à l'école et aux habitants.

Les écoles ainsi électrifiées sont appelées « guichet énergie » : elles deviendront le point central de l'électrification des villages.

La poursuite d'une dynamique collaborative en R&D

Après un premier partenariat fructueux s'appuyant sur le travail d'étudiants, la start-up malgache Jirogasy et la Grande École d'Ingénieurs Junia ont décidé de s'associer de nouveau dans le cadre du projet des Guichets Énergie pour travailler sur la remontée d'information des générateurs solaires. Le binôme est appuyé par le bureau d'études en énergies renouvelables KDE Energy pour l'identification des besoins et le développement technique du projet.

 **Projet cofinancé par la Région Hauts-de-France à travers l'appel à projets Acteurs de l'Énergie pour l'Afrique**

 **Années 2021 - 2022**



QUELQUES ÉVÉNEMENTS CLÉS

Forum des acteurs de l'énergie pour l'Afrique 2020 près de 400 participants !

Nos partenaires béninois à l'honneur



Signature de la convention de partenariat entre les Présidents des clusters Energies et Applications et MEDEE, en présence de M. Houssou, Ministre béninois de l'énergie et M. Castiglione, Vice-Président de la Région Hauts-de-France

La deuxième édition du forum des acteurs de l'énergie pour l'Afrique, organisé par la Région Hauts-de-France, s'est tenu le 7 février 2020. Ce fut un franc succès avec près de 400 participants ! Ce fut l'occasion de valoriser des projets déjà engagés avec nos adhérents et d'inciter de nouvelles entreprises à nous rejoindre.

L'édition 2020 s'inscrivait dans le cadre du projet « Sèmè City, ville durable et intelligente au Bénin » cofinancé par le Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, la Région Hauts-de-France et l'Agence de développement de Sèmè City, en partenariat avec MEDEE et la commune de Sèmè Podji.

En marge de ce forum, le pôle MEDEE a ainsi organisé un séjour d'immersion riche et prometteur pour le Cluster Énergies & Applications du Bénin, avec lequel une convention de partenariat a été signée à l'ouverture du forum. Celle-ci a pour objectifs de structurer la collaboration entre les deux structures et de rappeler leurs engagements mutuels pour le montage de projets concrets entre leurs adhérents respectifs.

Mission à Mamou en 2019

Signature du Partenariat entre l'Université d'Artois et l'Institut Supérieur de Technologie



Déplacement de l'Université d'Artois, de Flipo-Richir et du pôle MEDEE auprès de l'IST de Mamou en 2019

En Octobre 2019, une mission en Guinée a été menée par l'Université d'Artois, la société Flipo-Richir et le pôle MEDEE pour la mise en place du projet ProForElec, un programme de formation professionnalisante en génie électrique avec l'Institut Supérieur de Technologie (IST) de Mamou.

Cette mission très constructive a été marquée par deux temps forts :

- La signature de la convention-cadre de partenariat entre l'Université d'Artois et l'Institut Supérieur de Technologie de Mamou,
- La présentation du projet lors du Forum pour l'Emploi et l'Employabilité des jeunes guinéens, organisé à Conakry par l'Ambassade de France en Guinée.

Sur la période 2020-21, ProForElec est cofinancé par le Ministère français de l'Europe et des Affaires étrangères dans le cadre du Fond de Solidarité pour les Projets Innovants et coordonné par France Éducation International. Le projet comprend notamment des séjours d'immersion en Hauts-de-France et en Guinée, pour mieux comprendre nos problématiques réciproques, monter en compétences et assurer l'équipement d'une salle de travaux pratique à l'IST de Mamou. Il s'agit d'une première phase de collaboration qui se veut pérenne et structurante.



Maîtrise Énergétique des Entraînements Électriques

Le Pôle Medee

8 Boulevard Louis XIV, 59000 Lille

contact@pole-medee.fr

03 20 62 22 15

POLE-MEDEE.COM