Électromobilité en Hauts-de-France

État des lieux des compétences scientifiques et des moyens associés dans les unités de recherches académiques







Travail effectué dans le cadre du Groupe Régional de Réflexion Prospective (G2RP) du Schéma Régional d'Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation (SRESRI 2022-2028)

Région Hauts-de-France

MEDEE
Maîtrise Energétique des Entraînements Electriques

SRESRI, G2RP, Électromobilité

Pourquoi cartographier la dynamique régionale ?



Manöelle Martin
Vice-Présidente
Enseignement Supérieur,
Recherche, Orientation



Valérie Six
Conseillère Régionale
Déléguée à l'Innovation

Dans une dynamique volontariste de soutien à la recherche et à l'innovation, la Région Hauts-de-France affirme son ambition de contribuer au développement économique, social et culturel du territoire à travers le **Schéma Régional de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation** (SRESRI) 2022-2028. Ce schéma, à la fois structurant et concret, s'appuie sur des feuilles de route et des actions co-construites avec l'ensemble des acteurs de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche en Hauts-de-France, mobilisés depuis la conception jusqu'à la mise en œuvre – et demain, l'évaluation – du dispositif.
Dans cette dynamique collective, un **Groupe régional de réflexion prospective** (G2RP) a été créé afin d'identifier des *signatures* régionales en matière de recherche. Celles-ci trouvent leur pertinence dans leur articulation étroite avec l'écosystème d'innovation et l'économie locale.
Au cœur des enjeux de Rev3 de transition vers une économie décarbonée, créatrice d'activité et d'emploi, **l'électromobilité** s'est naturellement imposée comme premier axe stratégique, au moment où les Hauts-de-France, déjà première région automobile de France, deviennent la « vallée de la batterie ».
Plus globalement, le SRESRI place le renforcement des synergies entre laboratoires et entreprises au cœur de son action, considérant ces collaborations comme un levier essentiel d'innovation et de compétitivité. À cette fin, un ensemble d'initiatives sont déployées : sensibilisation large du tissu entrepreneurial, accompagnement ciblé d'entreprises stratégiques, par une démarche collective de recueil et de qualification de leurs besoins, en mobilisant les compétences de la recherche et de l'innovation pour y répondre avec pertinence.
Les collaborations entre recherche et entreprises, et plus largement le dynamisme de **l'innovation** au sein des entreprises régionales, constituent également un axe stratégique du **Schéma Régional de Développement Économique, de l'Innovation et de l'Internationalisation** (SRDE2I). La Stratégie de Spécialisation y déploie la dimension dédiée à la Stratégie Régionale d'Innovation, en visant à positionner le territoire sur des domaines d'excellence, qu'ils soient scientifiques ou économiques, et à impulser sa transformation durable.
La définition de priorités partagées permet ainsi d'optimiser la mobilisation des ressources financières – régionales, nationales ou européennes – tout en facilitant l'émergence de lieux d'interaction entre chercheurs et entrepreneurs. Les espaces collectifs d'animation de la S3 s'affirment comme de véritables catalyseurs de projets structurants pour les Hauts-de-France.
Nous nous réjouissons que le lancement de cette dynamique ambitieuse illustre la volonté commune des acteurs régionaux de faire de l'innovation un levier puissant d'attractivité et de rayonnement pour notre territoire qu'est la Région des Hauts-de-France.

SRESRI, G2RP, Électromobilité
Pourquoi cartographier la dynamique régionale ?



Lionel Montagne
Animateur du G2RP
Enseignant-chercheur
Université de Lille

Dans le cadre du Schéma Régional pour l'Enseignement Supérieur, la Recherche et l'Innovation (SRESRI), il a été proposé pour l'Action 1 d'expérimenter une méthode de concertation entre les acteurs de la recherche académique **(universités et écoles d'ingénieurs)** pour mener une réflexion sur des domaines en lien avec les thématiques identifiées dans le cadre de la S3 régionale. L'intention est de définir, pour un domaine donné, quelles sont les forces et les faiblesses de la recherche régionale en comparaison à un état de l'art national et international. Tous les volets de la recherche sont considérés, depuis la recherche fondamentale jusqu'à sa déclinaison en innovations.

Dans un deuxième temps, l'analyse sera croisée avec les activités de recherche et développement menées dans le domaine par les acteurs du monde socio-économique, dans le but de définir conjointement des **actions qui pourraient être menées pour renforcer l'impact économique régional de ce domaine**.

Cette démarche, entamée en avril 2023 et pilotée par les Universités de Lille et de Picardie Jules Verne et la Délégation Régionale du CNRS, a été formalisée sous l'intitulé « **Groupement Régional de Réflexion Prospective (G2RP)** ». Sa méthodologie est basée sur une première réflexion du groupe de travail SRESRI du levier 2 pour identifier une thématique, puis un appel à participation a été envoyé pour réunir, en février 2024, les experts académiques du domaine. Leur première contribution a consisté à construire une matrice de compétences qui pourra décrire le domaine le plus précisément possible, la principale difficulté étant d'en définir les limites pour éviter une dispersion trop importante. Cette démarche a abouti à une première **cartographie** des activités régionales du domaine, qui a été consolidée par plusieurs itérations. Est venue alors l'étape de synthèse, qui a dégagé les grandes lignes de forces mais aussi les points de faiblesse, et a permis de proposer un certain nombre de **recommandations**, non seulement pour consolider les forces, mais aussi pour palier dans la mesure du possible aux points de faiblesse. C'est donc un travail conséquent qu'a mené le G2RP pour aboutir au présent document de restitution.

Pour sa première réalisation, le G2RP s'est intéressé au domaine de **l'électromobilité**. Pour choisir cette première thématique, le groupe de travail SRESRI s'est appuyé bien entendu sur la S3 régionale, mais aussi sur un contexte très favorable avec l'implantation en Région Hauts-de-France de plusieurs « gigafactories » pour la fabrication de batteries et de voitures électriques. Il était par conséquent intéressant d'évaluer comment ce fort développement industriel sera accompagné en Région en termes de recherche et développement. On sait, en effet, qu'**une R&D forte est une condition nécessaire pour la pérennité de l'activité économique régionale dans un contexte extrêmement concurrentiel.** Par ailleurs, un effet indirect du développement économique est un très grand besoin de compétences, qui évoluera continument, auquel les universités et écoles peuvent répondre efficacement par leur double valence recherche et formation.

Il est important de noter que cette première réalisation du G2RP a aussi montré qu'une condition de la réussite de la démarche est l'implication forte de quelques acteurs-clés : une coordination scientifique par un chercheur ayant une très bonne connaissance du contexte régional et son association à un pôle dédié à l'écosystème R&D et Innovation dans le domaine du génie électrique, fédérant les acteurs socio-économiques, académiques et institutionnels autour de projets collaboratifs. Enfin, la coordination globale a été menée par un des animateurs du groupe de travail SRESRI, ce qui a permis d'apporter un regard neutre et parfois candide - mais lucide - à la réflexion.

Sommaire
Électromobilité en Hauts-de-France

Contexte et définition p.5

Panorama et analyse des forces en Région p.7

- Quelles unités de recherche ? p.8
- Des projets en nombre et variés p.13
- Partenariats publics-privés p.27
- Plateformes et équipements phares p.34
- Forces vives p.53
- Quels liens entre l'électromobilité et les sciences humaines et sociales ? p.57
- L'économie circulaire p.63
- Un réseau déjà bien maillé p.66

Perspectives et esquisses de projets collaboratifs p.79

Électromobilité
Contexte et définition

Contexte

« Électromobilité en Hauts-de-France. État des lieux des compétences scientifiques et des moyens associés dans les unités de recherches académiques » est une action effectuée dans le cadre du Groupe de Réflexion Régional Prospective **(G2RP)** du Schéma Régional d'Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation **(SRESRI 2022-2028)** de la Région Hauts-de-France.

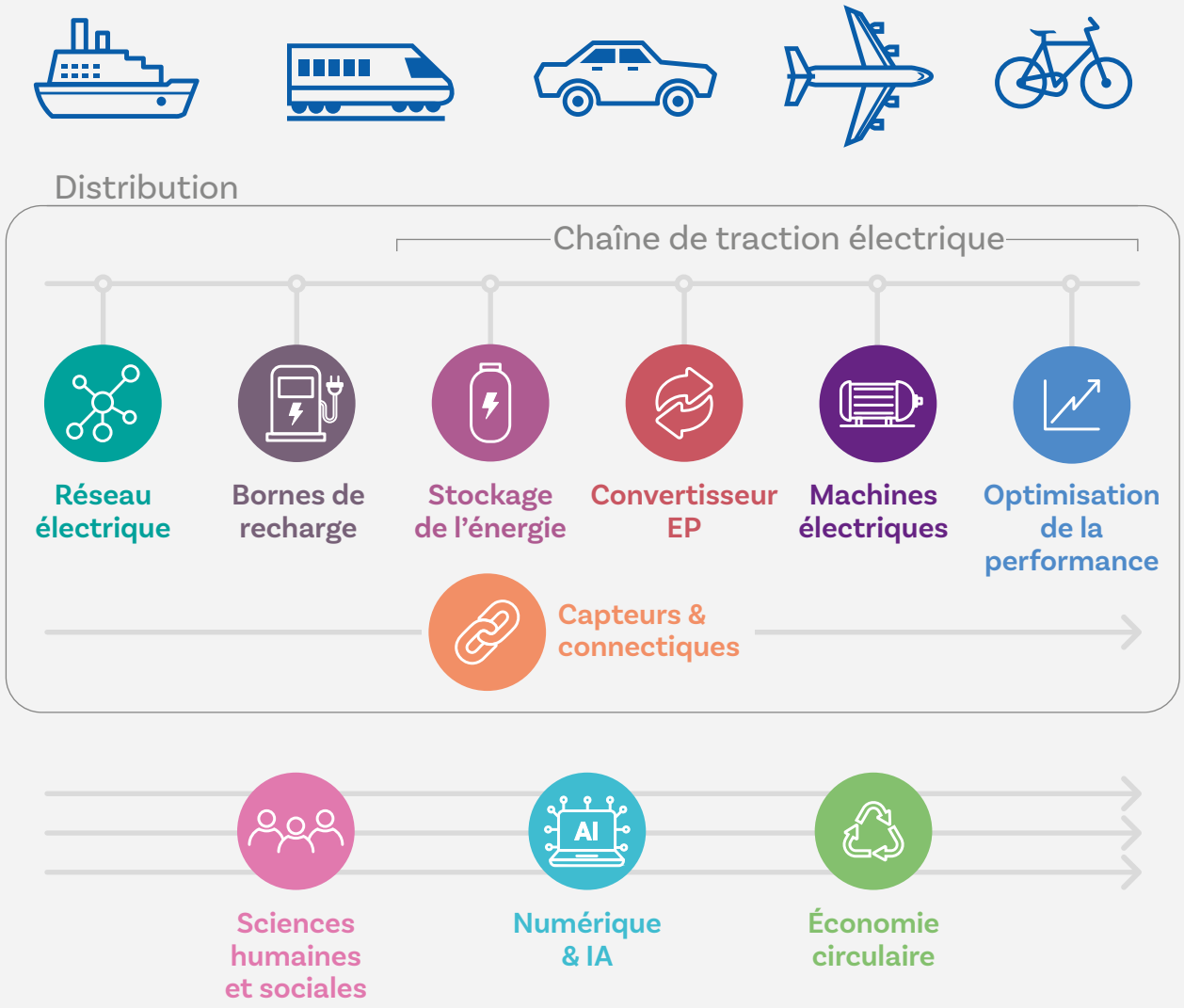
Le G2RP a décidé, le 19 février 2024, d'entamer un travail sur le thème de l'électromobilité. Dans une démarche collaborative et ouverte, les partenaires académiques régionaux participant ont avalisé la démarche et ont alimenté, avec des données inhérentes aux unités de recherche, une étude visant à cartographier les forces de recherche en région sur l'électromobilité.

La coordination générale du G2RP est placée sous la responsabilité du Pr. Lionel MONTAGNE (Université de Lille, UCCS – UMR 8181). Le Pr. Jean-Philippe LECOINTE (Université d'Artois, LSEE, UR 4025) a accepté d'assurer la coordination scientifique de l'étude. Enfin, le pôle MEDEE est en charge de réaliser cette cartographie.
Le processus s'est articulé en trois temps :
- une phase de collecte d'informations sous la forme de deux questionnaires;
- une phase d'exploitation des résultats ;
- une phase de première restitution le 31 mars 2025.

Définition de l'électromobilité

À ce jour, il n'existe aucune définition académique ou institutionnelle de l'électromobilité faisant autorité.
La réalisation de cette cartographie s'est basée sur la notion de l'électromobilité désignant :

« les façons de déplacer des personnes et des biens en utilisant un moyen de transport ayant recours, partiellement ou totalement, à l'énergie électrique. L'électromobilité s'applique à de nombreux secteurs du transport : la mobilité douce (de la trottinette jusqu'au véhicule intermédiaire), le transport routier (de l'automobile au poids lourd, le transport guidé (incluant le ferroviaire), le transport fluvial et le transport aéronautique. Ses enjeux comprennent également l'ensemble de la chaine de traction électrique, ses interactions avec le réseau de distribution électrique, les défis liés à l'économie circulaire et l'intégration des usages ».



La compréhension du périmètre donné à la notion « d'***électromobilité*** » peut s'appuyer sur le schéma ci-contre.

La première ligne se compose de pictogrammes qui illustrent l'ensemble des secteurs économiques applicatifs que la recherche régionale cible.
Par ailleurs, **dix champs de compétences** gravitant autour de la notion d'électromobilité ont été identifiés :

Dans le domaine de la distribution de l'électricité

1. Le réseau électrique
2. Les infrastructures de recharge pour VE (IRVE)

Dans le domaine de la traction électrique

3. Le stockage de l'énergie (y compris l'hydrogène)
4. Les convertisseurs électroniques de puissance
5. Les machines électriques
6. L'optimisation de la performance

Des champs transversaux

7. Capteurs & connectique
8. Les Sciences Humaines et Sociales (SHS)
9. Le numérique & l'Intelligence Artificielle (IA)
10. L'économie circulaire

Électromobilité

Panorama et analyse des forces en Région

Électromobilité en Hauts-de-France
État des lieux des compétences scientifiques et des moyens associés
dans les unités de recherches académiques

Quelles unités de recherche ?

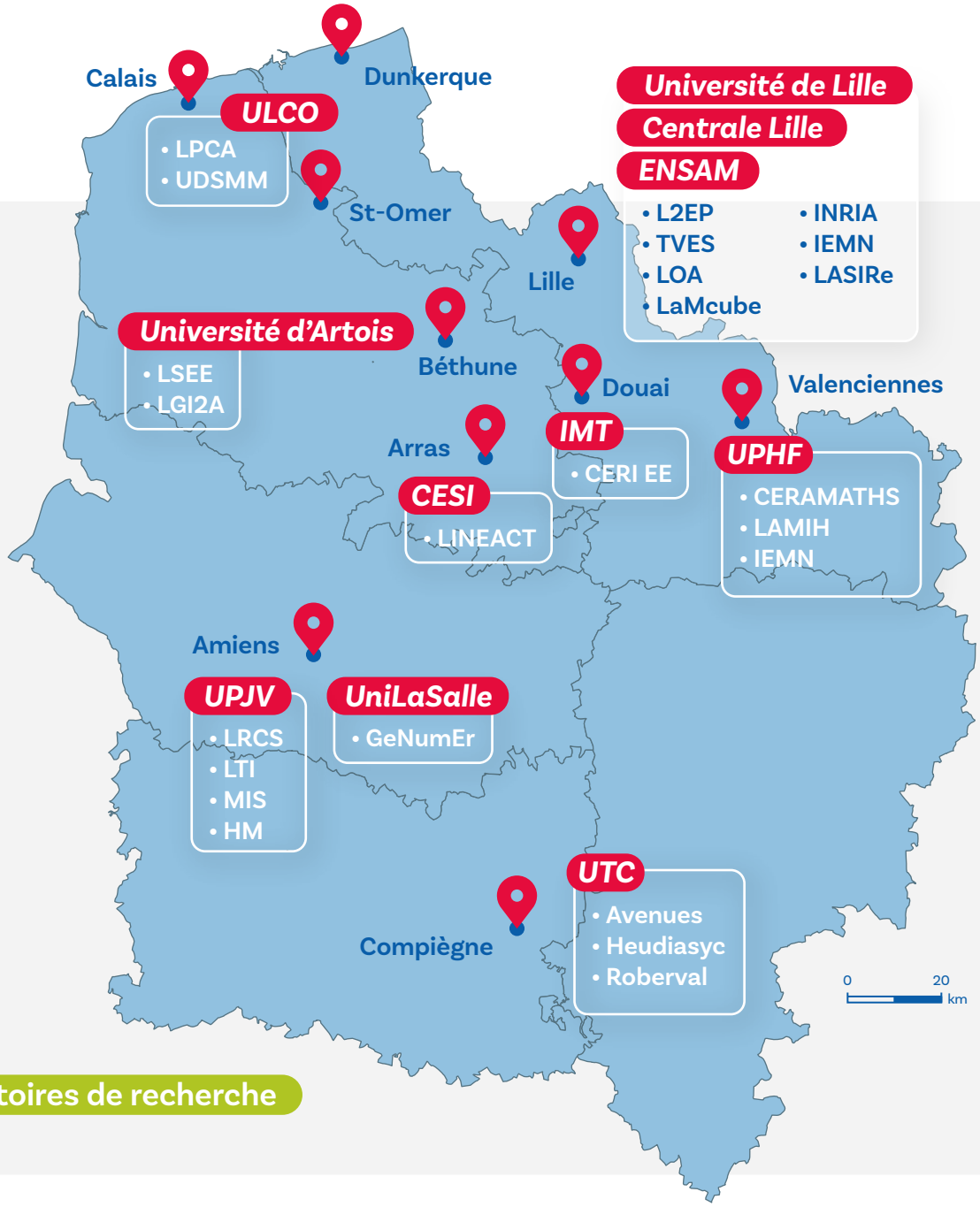
- Localisation des laboratoires de recherche
- Caractéristiques géographiques des laboratoires
- Liste des laboratoires de recherche
- Implication des laboratoires dans les champs de l'électromobilité

Quelles unités de recherche ?

Quels sont les unités de recherche régionales impliquées dans la thématique « électromobilité » ?

Comment se répartissent-elles sur le territoire ?

Comment s'inscrivent leurs activités vis-à-vis des dix champs définissant la notion d'électromobilité ?



Localisation des laboratoires de recherche

Caractéristiques géographiques des laboratoires

23 unités de recherche couvrent l'ensemble du territoire

7 laboratoires sont des unités mixtes de recherche

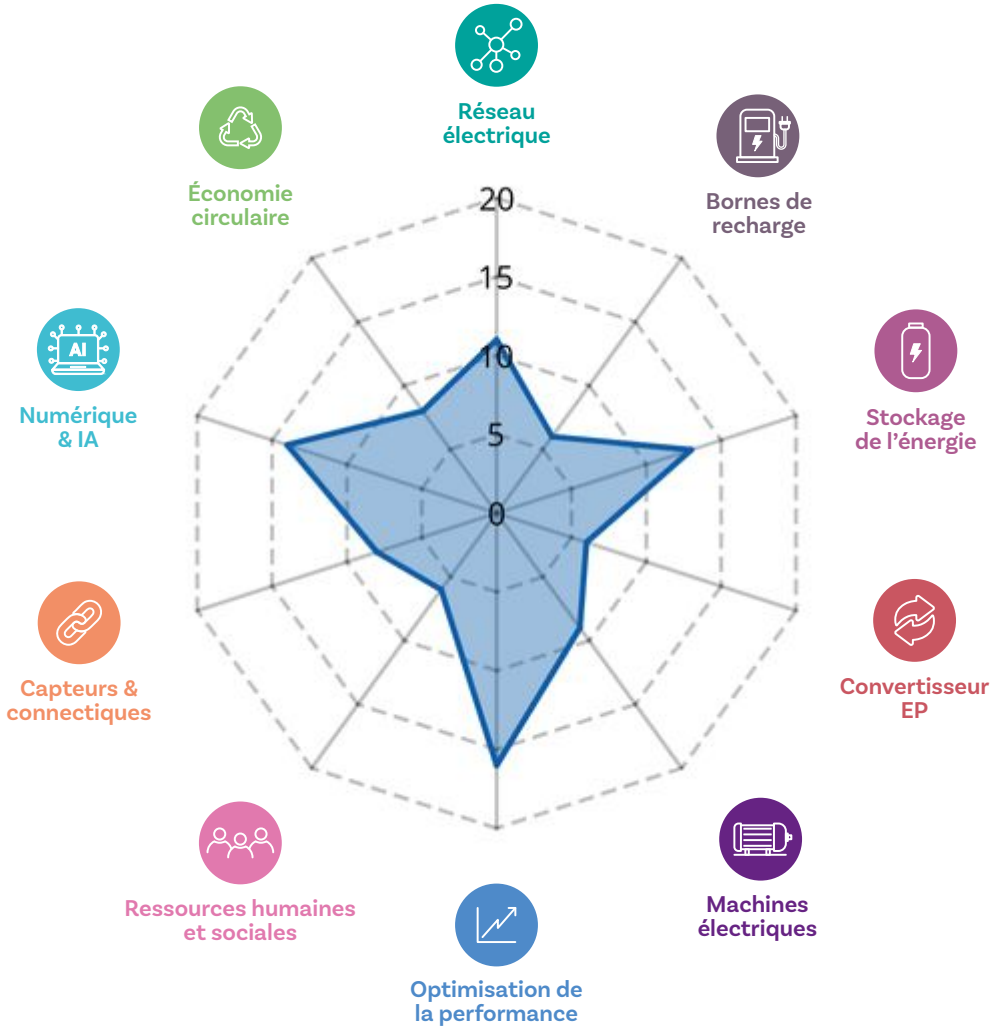
Ces laboratoires sont rattachés à **11** établissements d'enseignement supérieur régionaux :

- **5** universités
- **6** écoles

Liste des laboratoires de recherche

	Avenues	Modélisation multi-échelle des systèmes urbains
	CERAMATHS	Laboratoire de Matériaux Céramiques et de Mathématiques
	CERI EE	Centre d'Enseignement, de Recherche et d'Innovation « Énergie Environnement »
	GeNumEr	Laboratoire de Génie électrique et de numérique
cnrs	**Heudiasyc**	Heuristique et Diagnostic des Systèmes Complexes, UMR-CNRS 7253
	HM	Habiter le Monde
cnrs	**IEMN**	Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie, UMR CNRS 8520
	INRIA	Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique
	L2EP	Laboratoire d'Électrotechnique et d'Électronique de Puissance de Lille
cnrs	**LaMcube**	Laboratoire de Mécanique Multiéchelle, Mutliphysique, UMR CNRS 9013
cnrs	**LAMIH**	Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines
cnrs	**LASIRe**	Laboratoire Avancée de Spectroscopie pour les Interactions la Réactivité et l'environnement, UMR CNRS 8516
	LGI2A	Laboratoire de Génie Informatique et d'Automatique de l'Artois
	LINEACT	CESI Lineact
cnrs	**LOA**	Laboratoire d'Optique Atmosphérique, UMR CNRS 8518
	LPCA	Laboratoire de Physico-Chimie de l'Atmosphère
cnrs	**LRCS**	Laboratoire de Réactivité et de Chimie des Solides
	LSEE	Laboratoire Systèmes Electrotechniques et Environnement
	LTI	Laboratoire des Technologies Innovantes
	MIS	Modélisation, Information & Systèmes
	ROBERVAL	Laboratoire Roberval de mécanique, énergie et électricité
	TVES	Territoires, Villes, Environnement & Société
	UDSMM	Unité de Dynamique et Structure de matériaux Moléculaires

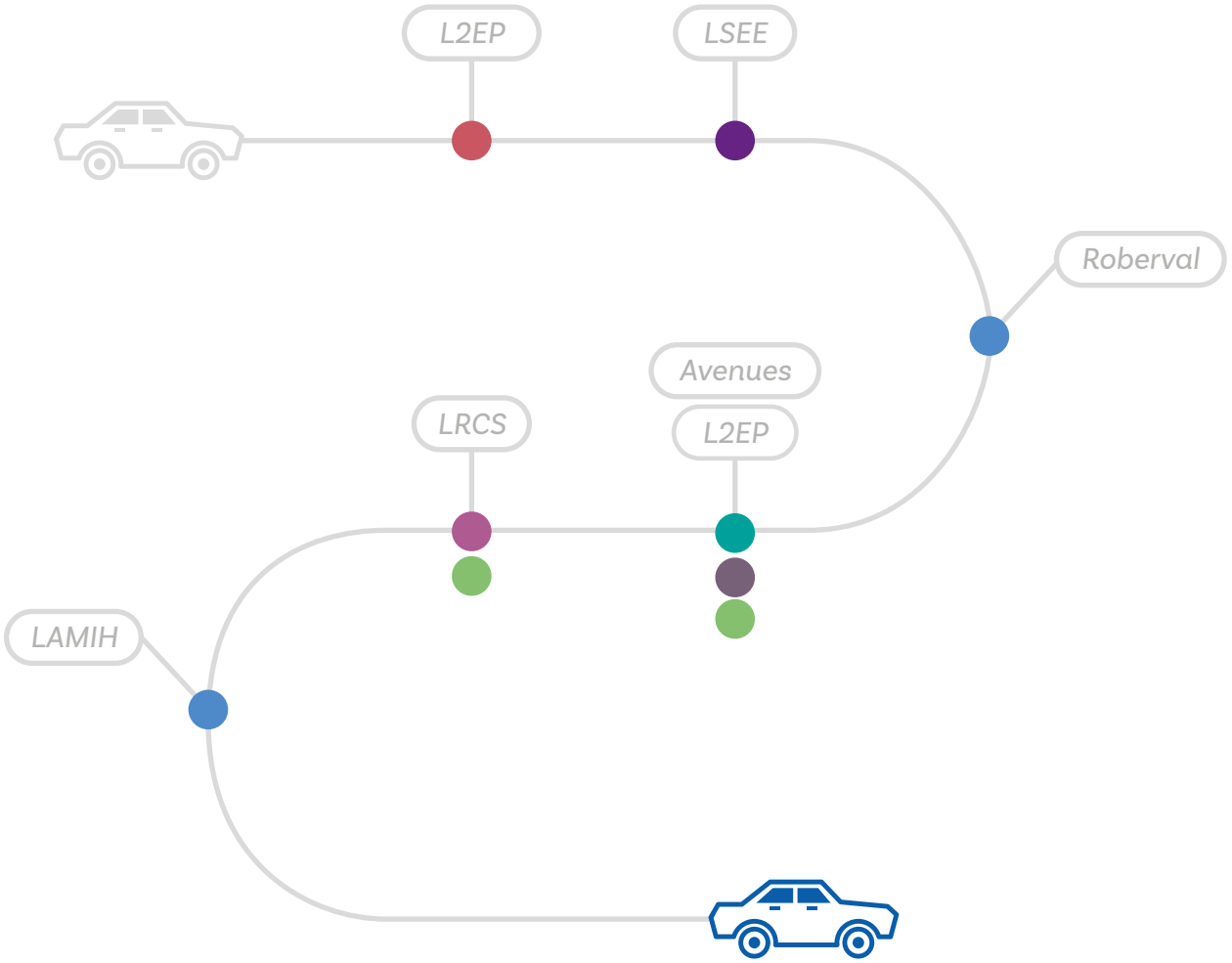
Implication des laboratoires dans les champs de l'électromobilité



- Les laboratoires couvrent, ensemble, toute la chaine de valeurs de l'électromobilité : il n'y a pas de friche scientifique sur ce sujet en Région.
- Aucun laboratoire ne couvre à lui seul l'ensemble de la chaine de valeur, ce qui montre une spécialisation des recherches menées dans les laboratoires.
- Le nombre de laboratoires impliqués dans certains champs est en phase avec les besoins. La percée de l'IA est à mettre en exergue, au même titre que la recherche de performances.

Par exemple, les chercheurs des laboratoires des Hauts-de-France sont en mesure de répondre à des problématiques de distribution d'énergie en travaillant sur l'architecture du réseau électrique de demain. Avec une production reposant un mix énergétique avec des énergies renouvelables, cette étude intégrerait les grands principes d'économie circulaire, les nouveaux comportements socio-économiques vis-à-vis de l'électromobilité, ainsi que les politiques publiques associées, mais aussi le développement de mode de transports comme le fluvial ou les drones. Le fluvial avec des bateaux à électrifier massivement, la gestion de l'énergie et l'implantation optimale des bornes de recharges le long des voies navigables sont des sujets d'intérêt. La conception de drones à autonomie accrue et motorisations ultralégères, optimisés et communicants, englobe des champs de recherche auxquels les laboratoires régionaux sont en capacité d'apporter des solutions innovantes.

Implication des laboratoires dans les champs de l'électromobilité



Projetons-nous avec un exemple de projet inter-sites-laboratoires !

Imaginons un ***véhicule équipé d'un système de traction ultra performant, respectueux de l'environnement, à fort indice de réparabilité****.*
Il serait co-conçu au L2EP pour le convertisseur électronique de puissance, au LSEE pour la machine électrique propulsant le véhicule, acoustiquement optimisé au centre Roberval. Avenues et le L2EP assureraient une juste répartition des bornes de recharge écologiques et la gestion des flux d'énergies, notamment des énergies renouvelables, qui les alimentent. Les batteries embarquées et stationnaires, élaborées pour être facilement recyclables, émaneraient du LRCS. La validation expérimentale et les tests de performances énergétique du véhicule se feraient sur le banc dynamométrique du LAMIH et la piste Gyrovia de l'UPHF.

Des projets en nombre et variés

- Répartition des projets sur le territoire
- Analyse des projets par type et par champ
- Distribution du nombre de projets selon les champs
- Projets phares

Des projets en nombre et variés

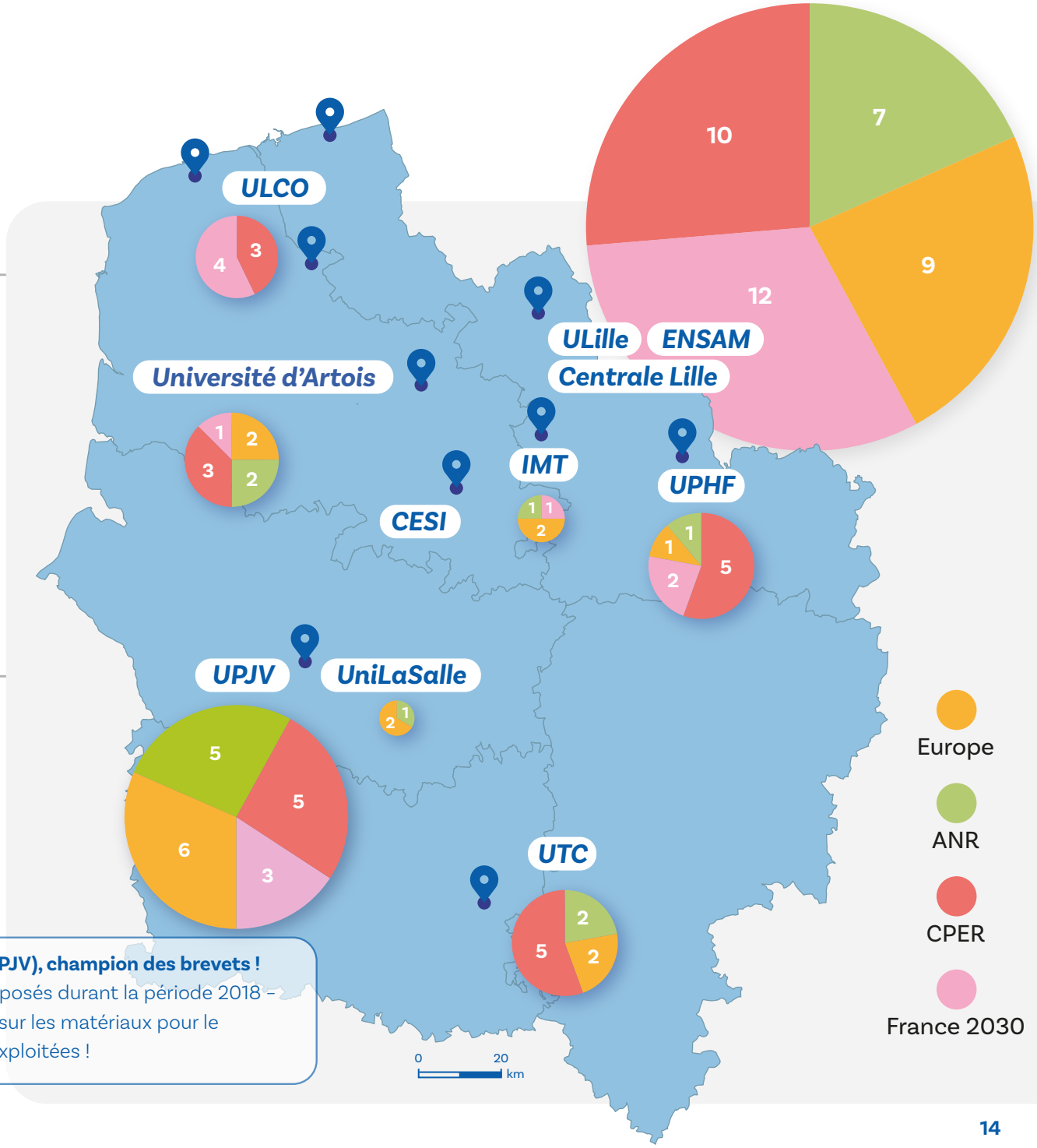
Répartition des projets sur le territoire

La carte de la distribution géographique des projets montre que :

- L'Université de Lille (ULille) et l'Université Picardie Jules Verne (UPJV) drainent le plus de projets
- Tous les guichets de financement sont sollicités: CPER, France 2030, ANR, Europe

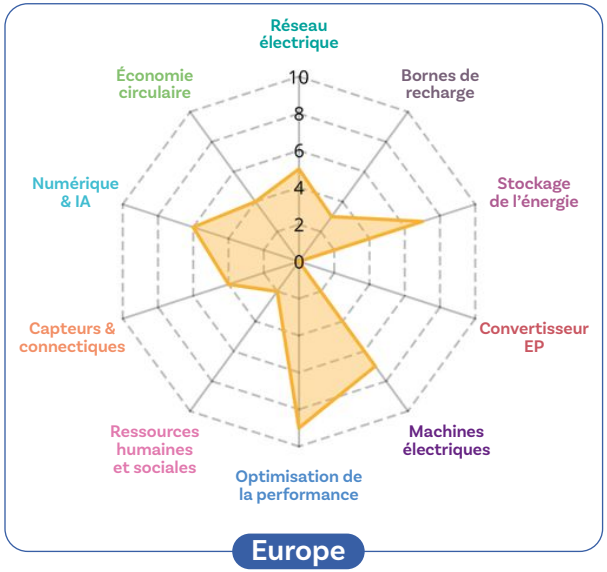
Le recensement a conduit à identifier **96** projets en lien direct avec l'électromobilité entre 2018 et 2023.

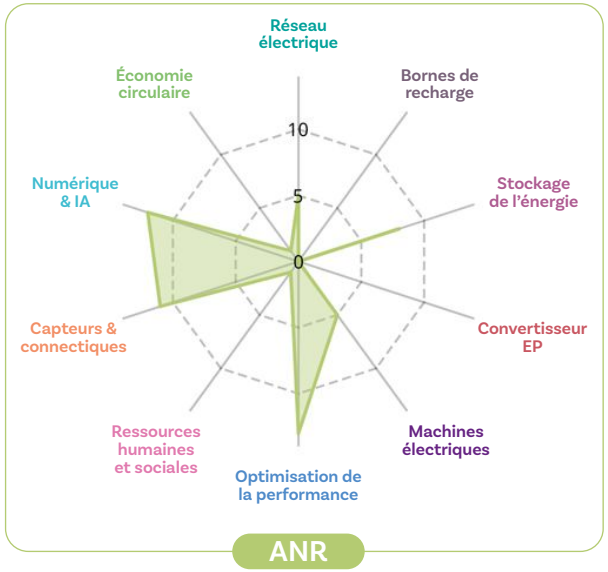
sur 5 ans		
Europe	24 projets	17 laboratoires
ANR	19 projets	10 laboratoires
CPER	30 projets	17 laboratoires
France 2030	23 projets	11 laboratoires

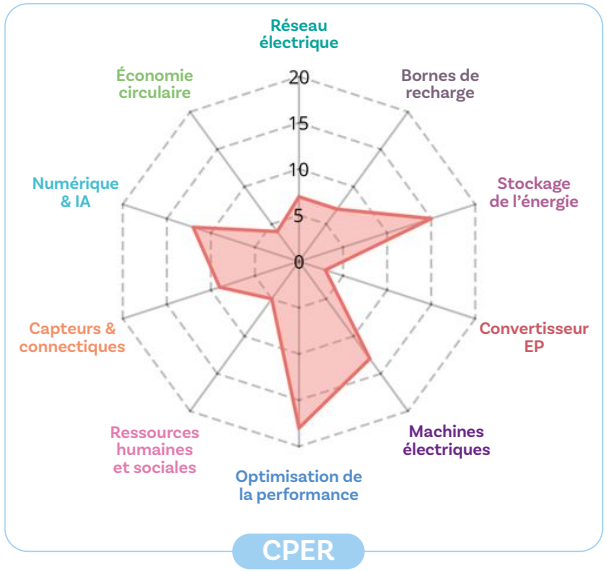


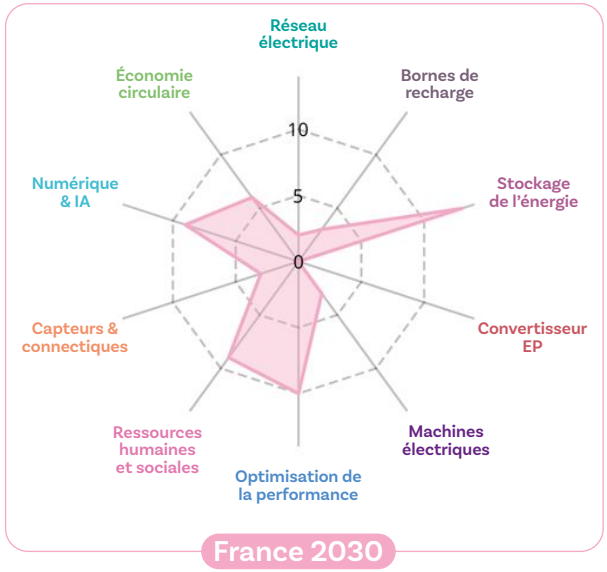
Le Laboratoire de Réactivité et de Chimie des Solides (LRCV, UPJV), champion des brevets !
36 brevets et ***3 logiciels*** en lien avec l'électromobilité ont été déposés durant la période 2018 – 2023. Le LRCS est le leader incontesté avec ***20 brevets*** portant sur les matériaux pour le stockage ou la conversion de l'Energie. Plusieurs licences sont exploitées !

Analyse des projets par type et par champ









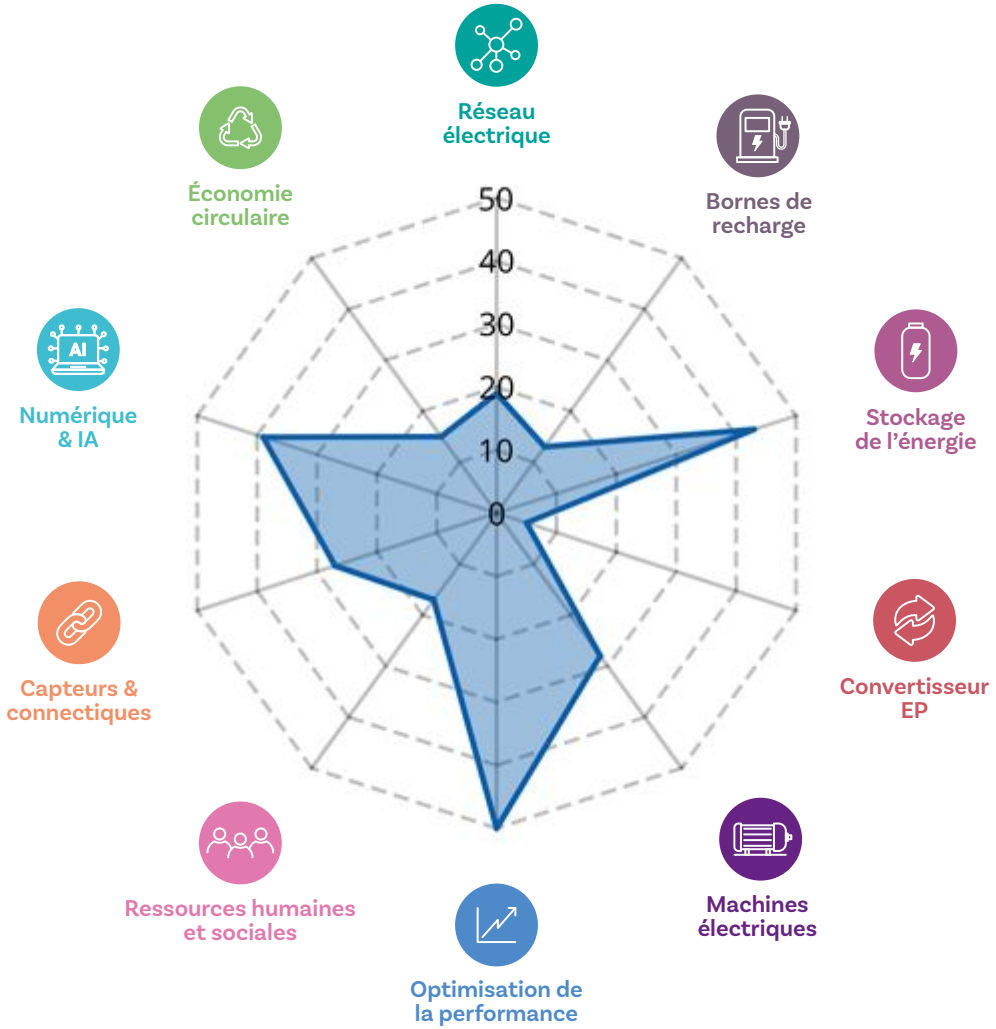
Quels sont les champs qui ont le plus mobilisé les fonds CPER, France 2030, ANR ou Europe ?

- L'optimisation de la performance, le stockage électrochimique de l'énergie et, dans une moindre mesure, les machines électriques, sont **les trois champs phares, récurrents**, quelles que soient les sources de financements.
- Les projet « SHS » (Ressources humaines et sociales) ont principalement été financés par les fonds **France 2030**.
- Les champs « Numérique et Intelligence Artificielle » et « Capteurs et connectiques » se démarquent avec **des projets ANR en nombre**.
- **Des projets CPER ou H2020** sont déjà tournés vers l'économie circulaire.

6 Contrats de Projets Etat-Région (CPER) sont en lien avec l'électromobilité :

1. **CPER CE2I** *(2015-2022)* Convertisseur d'Énergie Électrique Intelligent
2. **CPER CHEMACT** *(2021-2027)* CHimiE et MAtériaux à la Croisée des Transitions
3. **CPER EE4.0** *(2021-2027)* Énergie Électrique 4.0
4. **CPER ELSAT 2020** *(2015-2020)* Eco-mobilité, Logistique, Sécurité & Adaptabilité des Transports à l'horizon 2020
5. **CPER MANIFEST** *(2021-2027)* Stockage et conversion de l'énergie, gestion, intégration et sécurité
6. **CPER RITMEA** *(2021-2027)* Recherche et Innovation en Transports et Mobilité Eco-responsables et Autonomes

Distribution du nombre de projets selon les champs



La distribution du nombre de projets selon les champs de l'électromobilité montre 3 marqueurs importants :

- Les unités de recherche travaillent sur l'optimisation des performances des systèmes inhérents à la mobilité électrique, depuis la production d'énergie jusqu'à son utilisation par le véhicule.
- Le stockage est un axe fort des travaux de recherche menés en région.
- Les chercheurs s'appuient sur les moyens numériques et l'intelligence artificielle pour conduire leurs recherches.

Projets phares

Quels sont les projets emblématiques des forces de recherche en Région ?

Panorama de projets phares portés par les unités de recherche régionales

- *Modular AXIal flux Motor for Automotive*
- *E-sense*
- *PV2E Mobility*
- *Modèles intégrés pour le dimensionnement et la localisation de bornes de recharge de véhicule électriques : approche bi-niveaux*
- *YESvGaN*
- *RedHAT*
- *CLUED-O*
- *D2R : Diagnostic, Réparation, Réaffectation des V.E. et leurs Sous-Ensembles*
- *SEPDC (Smart Electrical Power Distribution Centre)*

Projets phares

MAXIMA

Modular AXIal flux Motor for Automotive

Projet H2020

www
Voir le site

2023-2027

5,4 M€

Partenaires

Objectifs

Partenaires : 6 entreprises et 5 établissements d'enseignement et de recherche de 6 pays. Le consortium réunit des équipes à tous les stades de la chaîne de valeur, depuis les fournisseurs de matières premières jusqu'aux constructeurs automobiles, ainsi qu'une entreprise de recyclage.

MAXIMA vise à créer une machine électrique modulaire à flux axial à aimant permanent à faible coût, avec des performances améliorées et un faible impact environnemental qui répond spécifiquement aux besoins du marché automobile.

Une procédure de conception multiphysique avancée inclura de nouveaux concepts de gestion thermique à l'aide d'un jumeau numérique avec une stratégie de contrôle optimale, en prenant en considération la fin de vie de la machine électrique.

Projets phares

e-sense

La transition énergétique en Hauts-de-France portée par l'UPJV

Projet PIA 4
« Excellence sous toutes ses formes »

120 mois

8,1 M€
(aide allouée)

Partenaires

Objectifs

E-SENSE vise à mieux appréhender les défis de la transition énergétique durable du territoire en donnant une nouvelle dimension au stockage de l'énergie, en l'intégrant dans la chaîne de valeur de l'énergie : de la production à l'usage, tout en l'adaptant aux spécificités d'un territoire.

Le projet s'appuie sur une synergie unique de compétences réunissant autour du LRCS à l'UPJV, 16 unités de recherche impliquant un fort potentiel d'approches transdisciplinaires de l'alliance A2U (UPJV, ULCO, U.Artois), un réseau de partenaires industriels (Weloop, VERKOR ...) et de collectivités territoriales (la Région Hauts-de-France, les métropoles d'Amiens, Arras, Dunkerque, ...)

E-SENSE est structuré autour de 4 objectifs stratégiques :
- Innover selon 4 axes de recherche thématiques : Sciences du stockage, Transformation durable de l'énergie, Usages communs et nouveaux, Impacts territoriaux
- Former de futurs leaders en science et en innovation
- Transmettre le savoir à la société
- Renforcer la collaboration avec les partenaires industriels

A2U ARTOIS - UPJV - ULCO · cnrs · SATT Nord · VERKOR · FRANCE 2030

Projets phares

PV2E Mobility

Énergie et puissance photovoltaïques embarquées et stationnaires pour et dans les transports

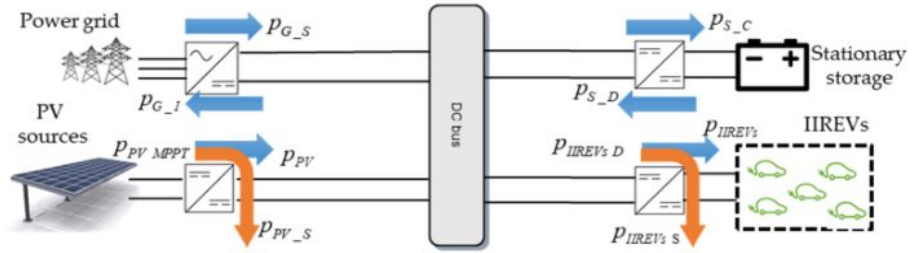
535 k€
financé par ADEME

Partenaires

Objectifs

Les partenaires du projet PV2E Mobility sont EDF, CEA-INES, SAP Lab, TECSOL et Planair

Le projet se structure autour de **3 objectifs** :
1. Clarifier les avantages et les exigences requises pour les véhicules électriques (VEs) alimentés par des générateurs PV embarqués et identifier les barrières et les solutions pour y répondre.
2. Clarifier les avantages et les exigences requises pour les stations de charge équipées de sources PV stationnaires et identifier les barrières et les solutions possibles pour y répondre.
3. Proposer des solutions intelligentes de contrôle et de pilotage pour le déploiement de stations de charge équipées de sources PV stationnaires.



Projets phares

Modèles intégrés pour le dimensionnement et la localisation de bornes de recharge de véhicule électriques : approche bi-niveaux

2019-2021

120 k€
financement de 2 post-doc

Partenaires

Objectifs

Subvention PGMO – IROE : Programme Gaspard Monge - Models for planning energy investment under uncertainty

Les partenaires du projet PV2E Mobility sont INRIA, EDF, et l'Université d'Edimbourg

L'objectif de ce projet était de localiser et de déterminer le nombre de stations de recharge à installer dans les zones de service, en tenant compte du comportement des usagers de la route et de la qualité de service attendue. Afin de représenter le processus décisionnel hiérarchique entre l'entreprise qui conçoit les stations de recharge et les usagers de la route, un modèle d'optimisation à deux niveaux a été développé et testé. Les préférences des usagers en ce qui concerne les caractéristiques des stations de recharge (heure, emplacement) sont modélisées à l'aide de listes de préférences.



© Andreas150578 de Pixabay

Projets phares

La transition énergétique en Hauts-de-France portée par le CNRS

Projet PIA 4 « Excellence sous toutes ses formes »

www
Voir le site

Objectifs

YESvGaN porte sur le développement de transistors de puissance innovants en nitrure de gallium (GaN), spécifiquement adaptés aux besoins des systèmes de conversion d'énergie dans les applications électromobiles. L'objectif est de concevoir, fabriquer et tester une nouvelle classe de transistors verticaux à membrane en GaN, capables de fonctionner jusqu'à 1200 V / 100 A, combinant haute efficacité énergétique, forte densité de puissance et coût réduit par rapport aux solutions actuelles (IGBTs en silicium, FETs en SiC), avec un niveau de maturité visé de TRL6, incluant des démonstrateurs en convertisseurs demi-pont.

Le projet s'articule autour d'une double approche :
- La mise au point d'une technologie de transistors verticaux GaN à membrane,
- L'intégration dans des modules de conversion pour applications réelles, notamment la chaîne de traction des véhicules électriques, tout en assurant une production 100% européenne, renforçant ainsi la souveraineté technologique.

Partenaires

Les partenaires forment un consortium complet et structurant pour l'Europe : fournisseurs de matériaux et d'équipements, centres de R&D, industriels majeurs du semi-conducteur et intégrateurs système, réunis pour assurer le développement technologique du wafer au module de puissance.

Projets phares

RedHat

Reliable Electrical machines with very High torque And power densiTies

ANR PRCE, CE05 (Une énergie durable, propre, sûre et efficace)

48 mois

1,16 M€
aide ANR : 628 064 €

Objectifs

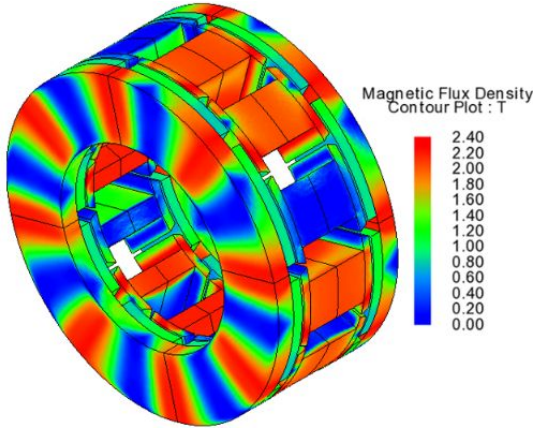
REdHat porte sur l'amélioration des motorisations électriques. Il vise à identifier, dimensionner et tester une topologie de moteurs électriques fiables, à fort couple volumique et à forte puissance massique au regard des équipements actuels : 15 kW/kg and 12 Nm/kg en mode continu, avec un niveau TRL6 et la réalisation d'un démonstrateur prototype de 100 kW.

Le projet s'articule autour d'une double approche :

- La conception d'une machine électrique à aimants permanents à flux axial, compacte, à très forte densité de courant et donc capable de supporter des températures élevées. Des matériaux en rupture sont utilisés, notamment pour l'isolation électrique avec des composés inorganiques.
- La quantification de la fiabilité structurelle offerte par ces isolants avec l'analyse d'échantillons de bobinage et des machines plus conventionnelles à flux radial soumis à des contraintes électriques, thermiques et mécaniques.

Partenaires

Les partenaires forment un consortium très complémentaire :
un laboratoire (LSEE), un centre d'essais (CRITT M2A), un institut (IFPEN) et une PME (Erem).



CRITTM2A · IFP Energies nouvelles · Université d'Artois · erem · LSEE Laboratoire Systèmes Electrotechniques et Environnement · anr agence nationale de la recherche

Projets phares

Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Medegefinancierd door de Europese Unie
France - Wallonie - Vlaanderen
CLUED-O

CLean energy with sUstainable 3rd gEneration soliD-Oxide cells
CLUED-O

InterREG

2025-2028

3 M€

Objectifs

CLUED-O vise le développement d'une cellule de pile à oxyde solide (stack), opérant à T<650°C (Gen.3), en mode pile à combustible mais aussi utilisable en mode électrolyse. La cible porte sur des dispositifs à durabilité accrue pour de meilleures performances d'usage grâce à l'hybridation de procédés de dépôt avancés. Cette hybridation permet d'optimiser les interfaces et l'empilement des couches.

Partenaires

CLUED-O fédère des acteurs-clés de la recherche académique appliquée et industrielle pour relever ce challenge, avec un consortium de 10 partenaires aux compétences complémentaires :

- des centres de recherche (Materia Nova, CRIBC)
- des organismes d'enseignement supérieur et de recherche (Centrale Lille, UMons, ULCO, ULille, UGent)
- une PME (Techlink)
- des spécialistes de la mise en réseau et du mode socio-économique : Pôlénergie et Team2
- 3 partenaires associés : le cluster TWEED, VITO NV et WaterstofNet.

ulco Université Littoral Côte d'Opale
centralelille
Université de Lille

Projets phares

D2R

Diagnostic, Réparation, Réaffectation des V.E. et Leurs Sous-Ensembles

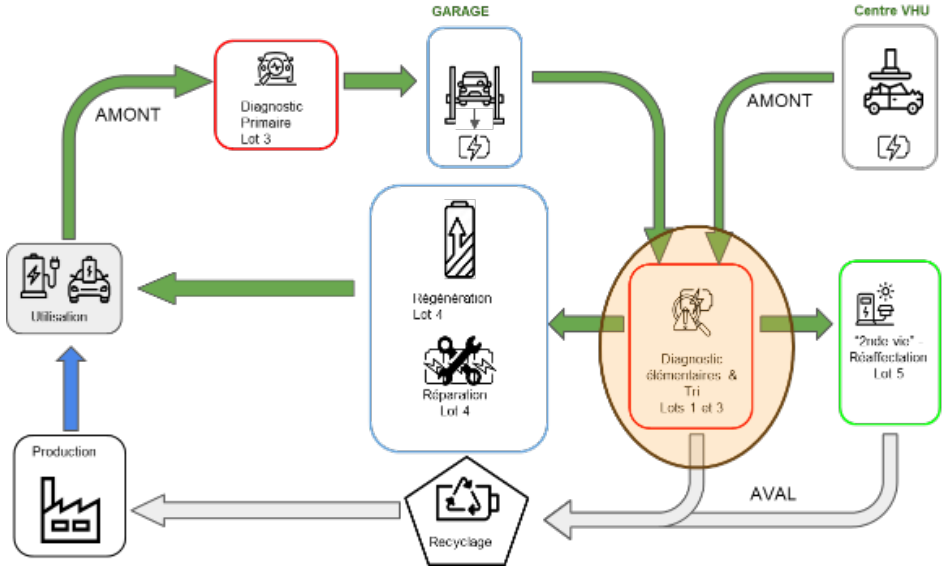
Développement de méthodes et outils pour le diagnostic des cellules et des packs batteries.

22 M€

Objectifs

Mise en place d'une plateforme technologique de cyclage batteries (300 m²)
Enceinte climatique cyclage cellules :
- 3 enceintes climatiques (-40°C à 80°C)
- Cellules : 16 Cycleurs 600 Amps
- Pack : Cycleur 900 & 1800 Amps

Moyens humains :
- 5 Doctorants
- 3 Post-docs



SEPDC

Smart Electrical Power Distribution Centre

Projet H2020

2011-2014

700 k€

Objectifs

Coordinateur : ESIEE-Amiens

Livrer le centre de distribution d'un banc d'essai électrique à SAFRAN Hispano-Suiza.

Faits marquants :

- Flexibilité de connexion des équipements au banc d'essai avec armoire centrale et racks à tiroirs
- Bus 28Vdc LVDC, ±270Vdc HVDC et 115/230Vac AC, 540Vdc
- Interface intelligente de distribution et gestion de l'énergie entre les sources et les charges en étant hautement configurable

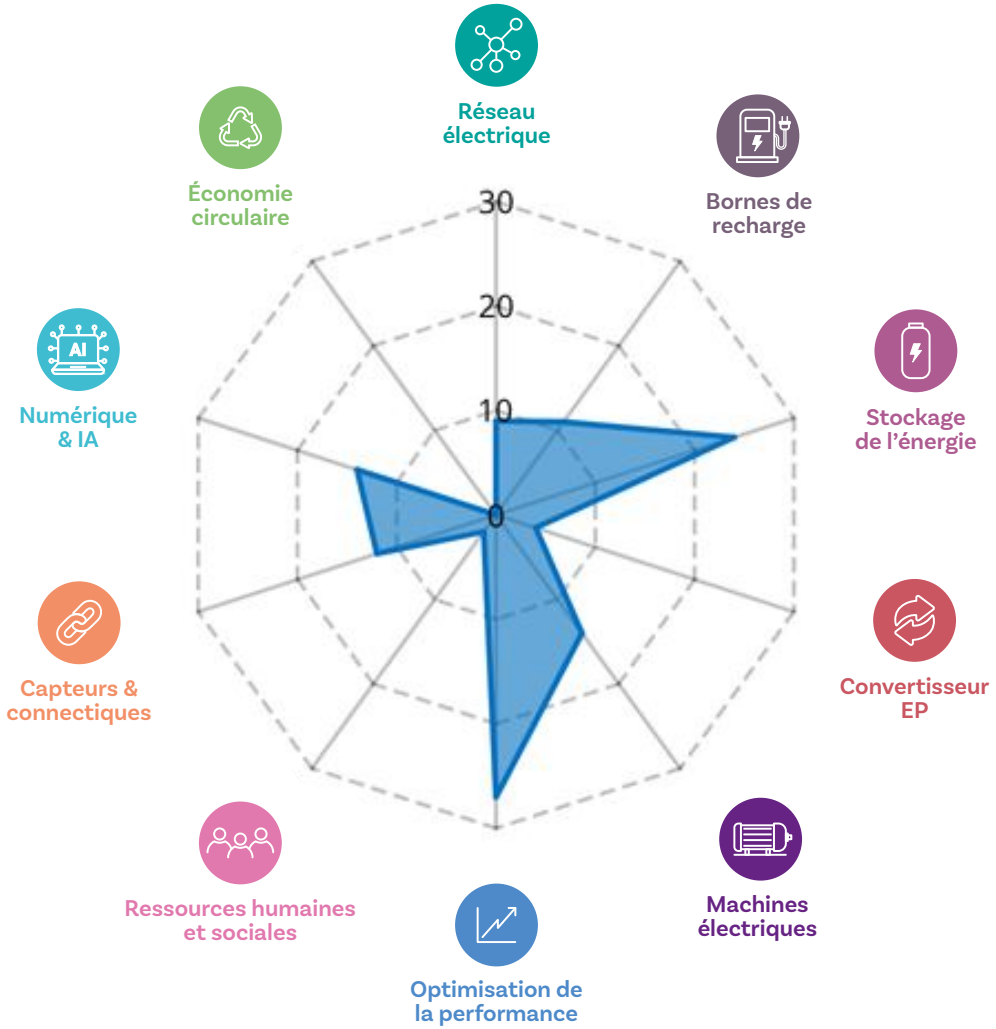


Partenariats public - privé

- Implication des partenaires prives dans les champs de l'électromobilité
- Quels partenaires ?
- 3 startups régionales tournées vers l'électromobilité
- Les LABCOM électromobilité en Région

Partenariats public - privé

Implication des partenaires prives dans les champs de l'électromobilité



- Les partenariats portent principalement sur le stockage de l'énergie, l'optimisation de la performance et les machines électriques.

- L'intensité des partenariats est en adéquation avec celle des projets, montrant le niveau élevé des collaborations en région sur l'électromobilité.

Quels partenaires ?



3 startups régionales tournées vers l'électromobilité

Herbergée à l'**UPHF**, ***Innov Cool Tech*** est une Start-up, proposant des services et des prestations en ingénierie thermique et fluidique. Cette entité est issue du monde industriel et académique ; les fondateurs l'ont créée suite à leur post-doc comme ingénieurs de recherche (IGR) au **LAMIH** dans le cadre du projet **CPER CE2I**.
Innov Cool Tech affiche un savoir-faire dans la gestion thermique, le dimensionnement, simulation et test des systèmes thermiques.

Aikemics, startup deeptech fondée par le Professeur Alejandro A. Franco (**LRCS, UPJV**), propose des solutions logicielles uniques pour l'optimisation de la fabrication et de la performance de cellules de batteries pour le stockage électrochimique de l'énergie. Ces solutions logicielles s'appuient sur une technologie hybride développée dans son équipe pendant plus de 11 ans, pionnière à l'échelle internationale, combinant la simulation numérique et l'intelligence artificielle avec une forte expertise dans les domaines des batteries et les procédés de fabrication.

PreDeeption est une startup deeptech issue du CNRS, spécialisée dans le diagnostic intelligent et la gestion prédictive de flottes de batteries grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle de dernière génération. Née des travaux de recherche menés au laboratoire **LRCS** (**UPJV/CNRS**) par Arnaud Demortière, et au sein du réseau RS2E, Predeeption développe des modèles hybrides alliant IA avancée, modélisation physique et données terrain issues de véhicules électriques.

Les LABCOM électromobilité en Région

MYEL

Mobility & reliabilitY of Electrical chain Lab

Objectifs

Le Laboratoire commun MYEL a pour objectif de fiabiliser les chaînes de tractions électriques complètes en s'appuyant sur une triple orientation : fiabiliser les organes constitutifs de cette chaîne, piloter ces derniers par des lois de commande adaptées et prédire leurs défaillances.

Partenaires

Ce LabCom est à l'initiative de la société CRITTM2A (Centre de Recherche et d'Innovation Technique et Technologique Moteur et Acoustique Automobile) et du LSEE (Laboratoire Systèmes Electrotechniques et Environnement, Université d'Artois).
MYEL se positionne face au besoin d'innovations en rupture, pour une mobilité durable et en totale évolution, devant s'adapter aux nouvelles normes environnementales, utiliser de nouveaux matériaux et réduire les coûts de développement, d'acquisition et de possession des véhicules. Le CRITTM2A et le LSEE travaillent conjointement pour répondre à certains de ces besoins à travers deux axes de recherche :

- Prédire et détecter des défauts moteur/onduleur par l'utilisation d'algorithmes d'apprentissage automatique avec des données fournies par un réseau de capteurs ;
- Fiabiliser la chaîne de traction en fonctionnement, grâce à de nouvelles lois de commande adaptatives aux défauts détectés.



PROJET FINANCÉ PAR L'ANR - PROJECT FUNDED BY THE ANR — ANR
UNIVERSITÉ D'ARTOIS
LSEE Laboratoire Systèmes Electrotechniques et Environnement
LGI2A
CRITTM2A

Les LABCOM électromobilité en Région

cr2me

Centre de Résonance Magnétique Electronique pour les Matériaux et l'Energie

Partenaires

Objectifs

CR2ME est laboratoire commun entre la Société Total Energies et le LASIRE, dénommé Centre de Résonance Magnétique Electronique pour les Matériaux et l'Energie.

La coopération scientifique et technologique entre le LASIRE et Total Energies a pour objectif de répondre aux enjeux de demain concernant deux axes de recherche relatifs à :

- la réactivité, la durabilité et le recyclage des matériaux
- l'électrochimie et le stockage de l'énergie.

Le laboratoire commun mutualise les moyens afin :

- de mieux comprendre les phénomènes de dégradation des matériaux ;
- d'étudier les matériaux nouveaux comme les panneaux photovoltaïques ou les batteries.





PROJET FINANCÉ PAR L'ANR - PROJECT FUNDED BY THE ANR

LASIRE

TotalEnergies

Roberval et Renault

Un partenariat historique sur les véhicules électrifiés

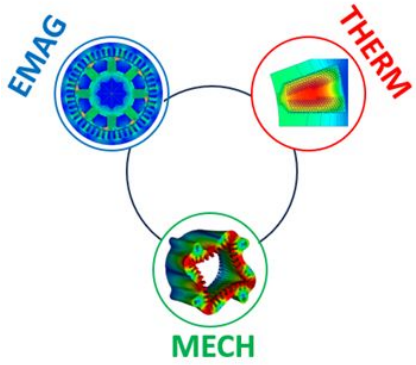
Partenaires

Objectifs

Le partenariat entre l'UTC et Renault est historique. Démarrée avec le Laboratoire d'Electrotechnique de Compiègne avant son intégration dans Roberval en 2018, la collaboration a porté sur la vibro-acoustique des groupes motopropulseurs électriques.

Le partenariat scientifique s'est poursuivi ces dernières années avec 6 thèses portant sur les sujets suivants :

- Modélisation électromagnétique analytique rapide de machine électrique
- Modélisation mécanique d'empilement de tôles pour machine électrique
- Impact de l'électronique de puissance (et stratégies MLI) sur le vieillissement des condensateurs, des roulements et des engrenages.
- Prise en compte des processus industriels de fabrication : sensibilité et robustesse de la conception
- Batterie Management System, équilibrage de cellules





ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ

utc Recherche Roberval

RENAULT

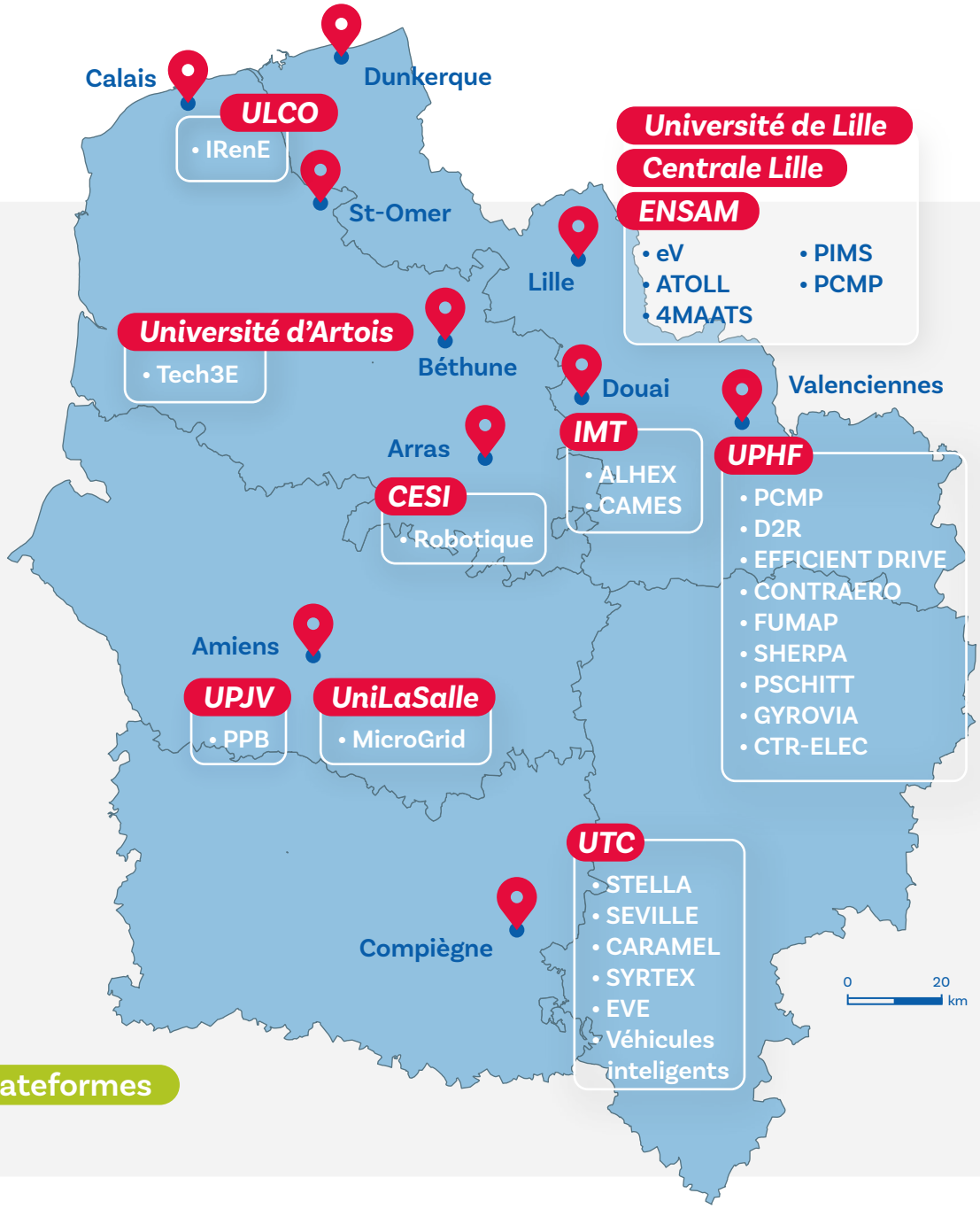
Plateformes et équipements phares

Localisation des plateformes

Plateformes et équipements phares

Plateformes et équipements phares

Les unités de recherche déploient des plateformes et plateau d'essais en lien avec l'électromobilité. De la caractérisation de matériaux à la conduite autonome, dressons un panarama des installations présentes sur notre territoire !



Localisation des plateformes

Plateformes et équipements phares

	Intitulé de la plateforme	*Acronyme*	*Surface*
IMT-NE	Bancs d'essais pour performances énergétiques, veines aérauliques et hydrodynamiques, chaînes de vélocimétrie, de thermographie Mesure des propriétés thermophysiques de fluides et de matériaux pour l'énergie	**ALHEX, CAMES**	1650 m²
UArtois	Plateforme Efficacité Energétique et Environnement	**Tech3E**	1050 m²
ULCO	Plateforme d'innovation technologique de Dunkerque	**IRenE**	300 m²
ULille	Plateforme e-V «Électricité & véhicules»	**e-V**	250 m²
	ATmospheric Observations in liLLe	**ATOLL**	50 m²
ULille & Centrale LIlle	Mechanism, Multiphysics, Multiscale of MAterials and structure under complex solicitATions	**4MAAT**	200 m²
	Plateforme d'Ingénierie des Matériaux et Surfaces	**PIMS**	
ULille & UPHF	Plateforme de caractérisation multiphysique	**PCMP**	1400 m²
UniLaSalle	Plateforme temps réel	**MicroGrid**	20 m²
UPHF	Banc Batterie	**D2R**	300 m²
	Banc d'essais GMP électrifiés, Pile à combustible, Soufflerie, labos dédiés	**EFFICIENT-DRIVE, CONTREAERO, FUMAP**	2154 m²
	Simulateurs	**SHERPA, PSHITT**	258 m²
	Piste d'essais	**GYROVIA**	16 008 m²
	Véhicules prototypes	**CTR-ELEC**	500 m²
UPJV	Plateforme de prototypage de batteries	**PPB**	500 m²
UTC	Plateforme technologique et Living Lab pour l'étude d'un micro-réseau dédié aux stations de recharge des véhicules électriques	**STELLA**	150 m²
	Plateformes véhicules intelligents	**SEVILLE**	Pistes d'essais
	Caractérisation des machines électriques	**Caramel**	150 m²
	Simulator for real time experiment	**Sirtex**	
	Energie et véhicule électrique	**EVE**	
	Electronique de puissance	**EP**	
	Caractérisation matériaux ferromagnétiques, microsystèmes pour capteurs.		

- **Tous les établissements disposent de plateaux d'essais.**

8 480m²

C'est la surface totale des moyens expérimentaux, auxquels s'ajoute les pistes d'essais de l'UTC et l'UPHF.

- **Une vingtaine de personnes** travaillent à temps plein dans ces espaces d'essais.

- Certains établissements déploient des plateformes de transfert et de valorisation d'**envergure nationale, voire européenne** (Plateforme eV d'ULille, Tech3E à l'Université d'Artois, plateforme de prototypage de batteries à l'UPJV, etc).

Plateformes & équipements phares

Zoom sur 11 plateformes du territoire

- *Plateforme de prototypage de batteries*
- *Plateforme de caractérisation Multiphysique*
- *Plateforme de Caractérisations Avancées*
- *IRenE : Innovation Recherche EN Environnement*
- *Tech3E*
- *Plateforme SIRTEX : Simulator for Real Time Experiments*
- *MicroGrid*
- *Plateforme « électricité & Véhicule »*
- *Plateforme de recherche technologique « Véhicules intelligents »*
- *Écosystème d'Innovation pour les Transitions dans la Mobilité, l'Habitat et l'Industrie du futur*
- *Living Lab STELLA*

Plateforme de prototypage de batteries

Partenaires

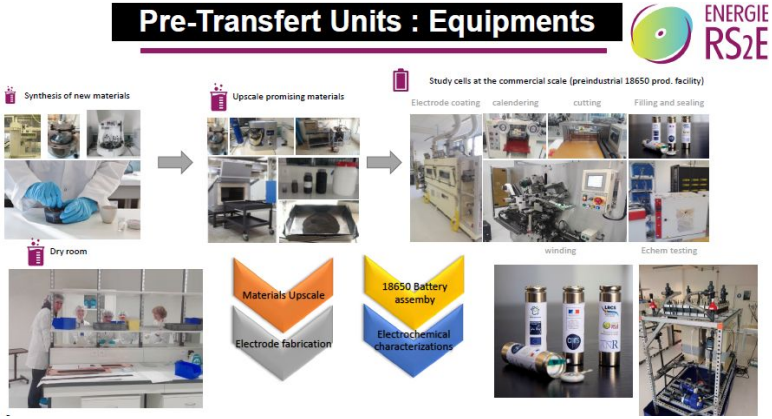
Le HUB de l'énergie à l'UPJV d'Amiens a été construit pour accueillir les plateformes de pré-transfert du RS2E qui ont pour mission de travailler pour les acteurs RS2E, faisant l'interface entre recherche amont et centres de transfert tels que le CEA.

Le RS2E *– Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie – est un réseau de recherche et de transfert technologique français qui se consacre aux différents dispositifs de stockage d'énergie.*

Objectifs

Son objectif est l'intégration des nouveaux matériaux électro-actifs dans de petits démonstrateurs (prototypes de batteries, supercondensateurs, etc.) fiables et reproductibles, en vue d'évaluer et de démontrer leur potentiel applicatif. Ces plateformes sont constituées :

- de la partie « Upscale Matériaux » qui permet de synthétiser jusqu'à quelques kg des composés d'intérêt sous différentes atmosphères mais aussi des équipements de mélange ou de précipitation. Ces moyens ont été essentiels pour démarrer la start-up TIAMAT.
- de moyens de prototypage de batteries au format 18650 (500 cellules par mois environ). On recense un appareil d'enduction, une calendreuse, une bobineuse, des équipements de soudure mais surtout dans le bâtiment une salle sèche de 60 m² avec un point de rosée d'environ -50°C ce qui est unique dans un laboratoire de recherche en France.



PCMP : Plateforme de caractérisation multiphysique

Partenaires

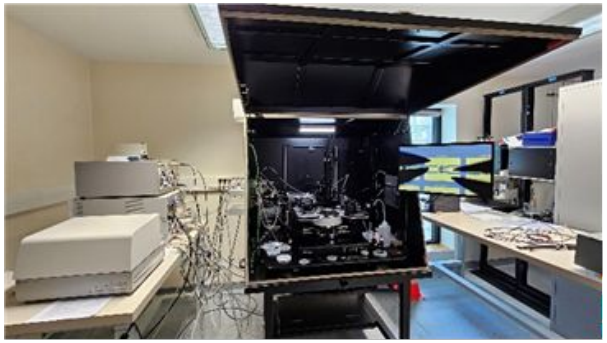
Équipements

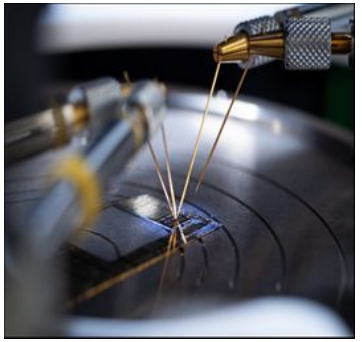
1 400m² dédiés aux caractérisations multiphysiques

Labellisations par l'Université de Lille et RF-Net (national)

Équipement majeur - Banc de mesure spécialisé pour la caractérisation et la validation des composants électroniques de puissance directement *on-wafer* :

- Mesures tension-courant jusqu'à 10 kV pour l'évaluation des tensions de claquage des composants / jusqu'à 20 A en régime impulsionnel
- Mesures d'impédance jusqu'à 3 kV, dans une plage de fréquences allant de 1 kHz à 5 MHz
- Il permet d'améliorer les performances des convertisseurs de tension DC/DC et de proposer des alternatives aux composants en silicium actuellement prédominants.





iemn Institut d'Électronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie UMR CNRS 8520 — cnrs — Université de Lille

Plateforme de Caractérisations Avancées

Équipements

La plateforme comprend 2 000 m² dédiés à la caractérisation des matériaux, à l'analyse chimique, structurale ou microstructurale d'échantillons et à l'étude de leur réactivité.

Elle comporte des équipements de niveau international :
- Résonance magnétique nucléaire
- Magnétisme et résonance magnétique électronique
- Diffraction et diffusion des rayons X, Microscopie électronique, Spectroscopie Vibrationnelle, Spectrométrie par torche à plasma,
- Analyses de surface, Chromatographie d'exclusion stérique Spectroscopie Laser ultra-rapide.

La plateforme accueille de nombreux projets en lien avec l'électromobilité :
- Fonctionnement des batteries (RPE in-situ)
- Matériaux de composants pour l'électronique de puissance (DRX, microscopies),
- Matériaux pour les technologies hydrogène (stockage et piles),
- Comportement sous champ électrique



Plateformes et équipements phares

IRenE
Innovation Recherche EN Environnement

Équipements

IRenE est une plateforme d'innovation technologique régionale venant en soutien de la recherche académique et industrielle. À l'ULCO, elle englobe le **Centre Commun de Mesures**, une plateforme d'analyse physicochimique qui, de par ses techniques d'analyses, peut intervenir dans le contrôle/caractérisation de tous composants (majoritaires et/ou impuretés) intervenants dans la chaine de fabrication / distribution-utilisation / recyclage des batteries.

Le **CCM** est équipé pour réaliser des :
- Analyses élémentaires (méthodes multiélémentaires et de spéciation élémentaire pour caractériser les matériaux, les composants et les produits de dégradation des batteries);
- Analyses de solvants, additifs et gaz de gonflement dans l'électrolyte. Les solutions d'électrolyte jouent un rôle clé dans les performances et la durée de vie des batteries et leur analyse est essentielle à toutes les étapes de leur fonctionnement).

L'ULCO dispose également d'une **PFT : plateforme de R&D en électronique.**
- Équipée d'une graveuse mécanique d'une précision de 100 µm, des équipements de montage de composants CMS et d'appareils de mesures, la PFT est en mesure de concevoir des prototypes de systèmes électroniques.
- Concernant l'électromobilité, elle est concernée par les champs « capteurs & connectique » et « convertisseurs électroniques de puissance ».

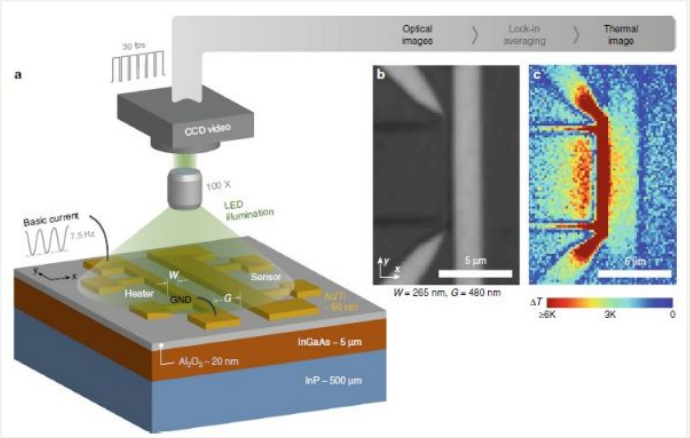
ulco Université Littoral Côte d'Opale — Centre Commun de Mesures — Région Hauts-de-France — l'Europe s'engage en Hauts-de-France

IRENE
Innovation Recherche
EN Environnement

Un système d'imagerie thermique

L'UDSMM de l'ULCO a pu acquérir un outil d'imagerie thermique (SanjSCOPE™ EZ-THERM). Financé par le CPER Manifest (200 k€), il utilise la thermo-réflectance en champ large et en détection synchrone (Lock-in). Il permet d'obtenir des images composites optique/thermique, ainsi que des profils de températures.

Ce microscope, qui effectue des mesures thermiques sans contact et donc non destructives, est utilisé pour l'analyse de fiabilité de dispositifs électroniques et optoélectroniques à l'échelle microscopique. Il peut également être adapté à l'étude des propriétés thermophysiques des matériaux, notamment avec des cartographies pour des matériaux anisotropes ou présentant des inhomogénéités.



UDSMM
A2U
ARTOIS - UPJV - ULCO
MANIFEST

Tech 3E

Un ambitieux projet de plateforme technologique soutenu par l'État et la Région

Équipements

Service de l'université d'Artois, le plateau d'essais (1 700 m²) disposera, fin 2026, de 1 000 m² dédiés à la mobilité électrique et des espaces d'accueil des partenaires

Des équipements de pointe :

- Banc de charge 350 kW – 20 000 tr/min
- Caractérisation de matériaux magnétiques à températures extrêmes, forts champs et large gamme de fréquences
- Contraintes et mesures multiphysiques des décharges partielles
- Génération de fils émaillés à faible impact environnemental
- Caractérisation acoustique et vibratoire des équipements électriques



UNIVERSITÉ D'ARTOIS

Tech 3E
Environnement Efficacité Énergétique

Un banc de test de moteurs électriques rapides et puissants : 350 kW – 20 000 tr/min

Financé par le CPER CE2I et l'université d'Artois, le banc de la plate-forme TECH3E est dédié à l'étude de l'efficacité énergétique d'une chaine complète de conversion électromécanique.

Le banc comporte une génératrice de charge alimentée par un onduleur. Le banc est instrumenté afin de pouvoir mesurer la puissance en différents endroits de la chaine de conversion, jusqu'à 350 kW et avec une vitesse maximale de 20 000 trs/min et un couple maximal de 400 Nm.

Ce banc s'adresse aux motoristes et équipementiers qui souhaitent caractériser l'efficacité énergétique de leurs moteurs électriques sur différents profils de charge.



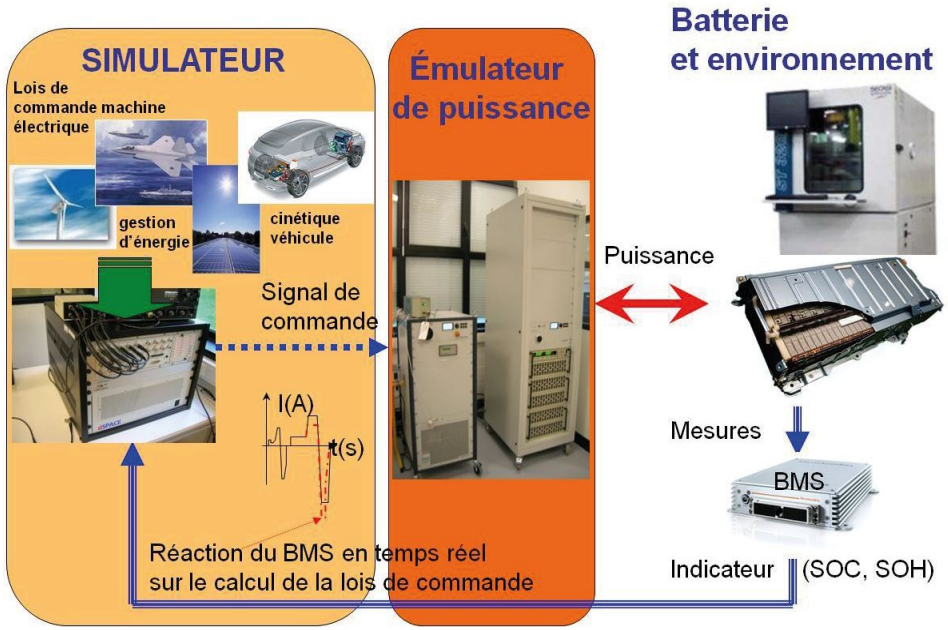
UNIVERSITÉ D'ARTOIS
LSEE Laboratoire Systèmes Electrotechniques et Environnement
ce2i convertisseur d'énergie Intégré Intelligent

Plateforme SIRTEX

Simulator for Real Time Experiments

Équipements

Cette plateforme HIL (Hardware In the Loop) peut émuler un véhicule (électrique ou hybride), mais aussi tout autre type de véhicule, voire des systèmes d'énergie renouvelable pour lequel l'accumulateur électrochimique reste un élément essentiel.
La plateforme dispose d'enceintes climatiques sécurisées pour les composants électrochimiques.



MicroGrid

UniLaSalle Amiens : une plateforme en « Temps réel »

Équipements

Une mini-plateforme « MicroGrid » multi-tâches hybride équipe le site amiénois d'UNILASSALE dans une salle d'environ 50 m².

— Pilotage par systèmes temps réels OPAL-RT et NI.
— Équipement :
  • Générateurs amplificateurs de formes d'ondes
  • Pile à combustible (PAC)
  • Photovoltaïque (PV)
  • Groupe Turbo/Alternateurs
  • Système de stockage par Batteries (BESS)
  • Super-Condensateurs (SC)
  • Convertisseurs DC/DC et AC/DC et charges électroniques



UniLaSalle Amiens

Plateforme « électricité & Véhicule »

Visite virtuelle

Équipements

Pilotage L2EP, Univ. Lille & ENSAM centre de Lille

— Appui du programme interdisciplinaire CUMIN
— Labellisée plateforme de l'Université de Lille et par le réseau national MEGEVH sur les véhicules électrifiés
— Moyens :
  • Systèmes de stockages (batteries, supercondensateurs, hydrogène)
  • Machines électriques (triphasées, polyphasées)
  • Systèmes d'alimentations (chargeurs classiques et rapide, alimentation de métros)
  • Transmissions mécaniques (trains planétaires, EVT)
  • Véhicules instrumentés (Tazzari, Zoe, Leaf, Mirai)
  • Emulateurs de puissance



Université de Lille

L2EP Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance de Lille

Plateforme « électricité & Véhicule »

Le projet DILAN vient renforcer la plateforme eV !
Driver-In-the-Loop Application for testing New e-vehicles

Financeurs : Région Hauts-de-France - L'Europe s'engage - Énergie Électrique 4.0

Contexte : Le développement massif de nouveaux types de véhicules électrifiés demande des dispositifs des tests de plus en plus précis et de plus en plus rapides.

Objectif : Le projet a pour objectif d'intégrer de véritables conducteurs et leurs variabilités dans la boucle de test de nouveaux composants pour véhicules électrifiés.

Equipement : Le dispositif DILAN associe la technique « Hardware-In-the-Loop » et la simulation numérique du reste du véhicule. Il s'agit d'un dispositif unique en France avec un simulateur de conduite, un simulateur temps réel de chaines de traction, une interface de puissance, des motorisations électriques à échelle 1, des batteries à échelle 1 et une enceinte thermique.

L2EP Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance de Lille — TVES Territoires Villes Environnement & Société ULR 4477 — Gériico — Université de Lille — CRITTM2A

Une plateforme de recherche technologique « Véhicules intelligents »

Équipements

La plateforme “Véhicules Intelligents” est hébergée au sein de l’UMR Heudiasyc. Elle offre un soutien technique et scientifique aux activités de recherche relatives à la perception multi-capteurs de l’environnement, à la localisation sûre, précise et intègre, à la navigation robotique, au contrôle commande et à la communication V2X (V2V véhicule à véhicule ou V2I véhicule à infrastructure).

Elle est équipée :

- d’un banc d’essai VIL (Vehicle In the Loop)
- de logiciels de prototypage
- de moyens d’essais : une piste et une infrastructure communicante
- de 5 véhicules instrumentés dont 2 sont autonomes

Cette plateforme est impliquée dans de nombreux projets :

- EQUIPEX+ Tirrex
- EQUIPEX Robotex
- CPER Sysmia, RITMEA
- du programme CNRS ROBEA (Bodega)
- de projets de recherche européens (Prometheus, Roadsense, CVIS, SAFESPOT, ESCAPE, ERASMO)
- de projets nationaux ANR ou du PREDIT (ARCOS, MobiVip, Sarin, V3EA, ANNAPOLIS)





heudiasyc — utc Université de Technologie Compiègne — cnrs

Écosystème d'Innovation pour les Transitions dans la Mobilité, l'Habitat et l'Industrie du futur

Équipements

Un écosystème soutenu par l'État, la Région Hauts-de-France et l'Europe, un projet phare pour amplifier l'impact des plateformes technologiques et des expertises de l'UPHF et de Valutec.

Institut des Mobilités et des Transports Durables (6 000 m²) : dédiés à la promotion des filières métiers, des recherches et des innovations, avec des espaces d'accueil des partenaires et d'organisation de séminaires, congrès, salons, conférences, ...

24 000 m² de plateaux d'essais dont 19 000 m² dédiés à l'électromobilité. Des équipements à la pointe, pour certains uniques en France couvrant les TRL 3 à 8.

(plus d'infos en page suivante)



Université Polytechnique HAUTS-DE-FRANCE

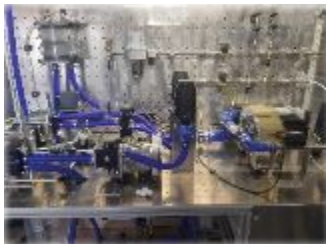
IMTD INSTITUT DES MOBILITÉS ET DES TRANSPORTS DURABLES

Écosystème d'Innovation pour les Transitions dans la Mobilité, l'Habitat et l'Industrie du futur

STAM – Tests acier machine électrique (projet FTJ E-Mobi)



Banc Pile à Combustible (CPER RITMEA)

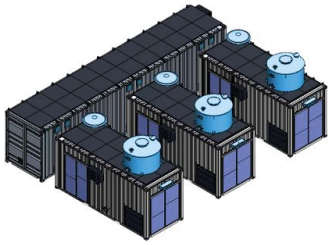


Banc d'essai dynamométrique et émulateur batterie (CPER RITMEA)

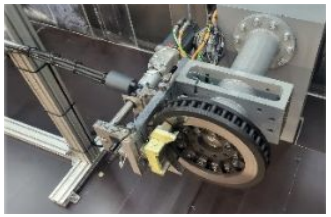


Composants — **Systèmes** — **Véhicules isolés** — **Multivéhicules** →

Etude du vieillissement Banc de cyclage cellules & pack (Projet FTJ D2R)



Banc de freinage ferroviaire (projet ADEME Breaq)



Piste d'essais instrumentée et de démonstration GYROVIA (CAVM/UPHF)



Living Lab STELLA

Objectifs

Dispositif de recherche-action-formation concernant l'étude d'un micro-réseau et la gestion d'énergie pour la recharge des VE.

Base privilégiée pour l'étude *in vivo* de l'innovation en cours et des évolutions qu'elle est susceptible d'encourager.

Principaux objectifs scientifiques :
- valider des concepts technologiques innovants
- valider des interfaces « homme-machine » pour la supervision
- étudier les compatibilités des modes de charge

Objets d'étude centrés sur les utilisateurs :
- satisfaire les utilisateurs
- maximiser la part d'énergie photovoltaïque tout en respectant les durées de stationnement
- faire interagir l'utilisateur avec le système intelligent mis en place pour l'informer



ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ | utc Recherche Avenues

Électromobilité

Panorama et analyse des forces en Région

Forces vives

Nombre de chercheurs, d'enseignants chercheurs permanents et de personnels d'appui à la recherche par établissement

Nombre de thèses et de post-docs par établissement

Âges des chercheurs et des personnels d'appui à la recherche

Forces vives :

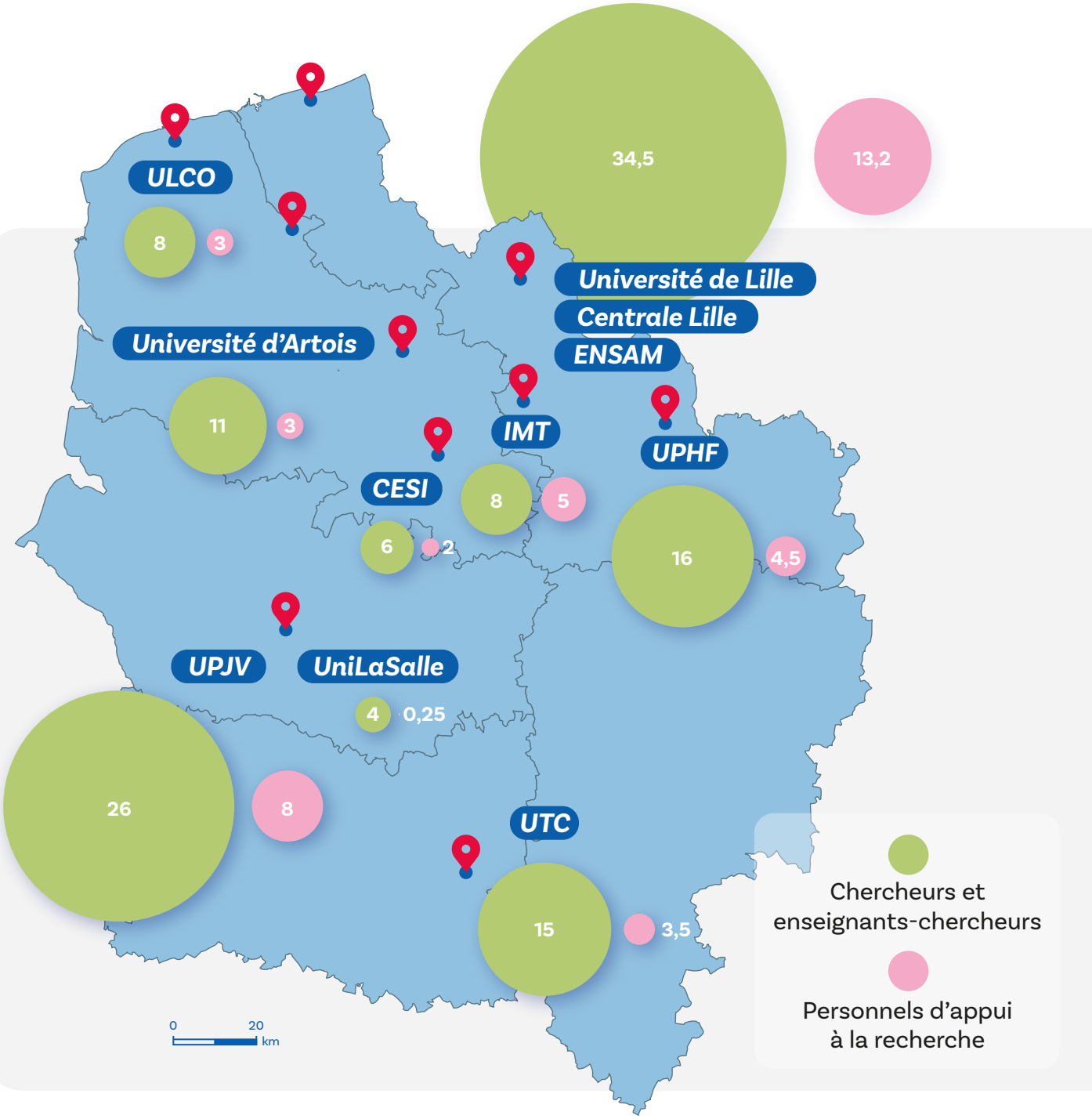
chercheurs et personnels d'appui à la recherche

Nombre de chercheurs, d'enseignants chercheurs permanents et de personnels d'appui à la recherche par établissement

126* chercheurs et enseignants-chercheurs sont directement impliqués dans des travaux de recherche en lien avec l'électromobilité.

42* personnels d'appui à la recherche sont également mobilisés.

*Équivalent Temps Plein



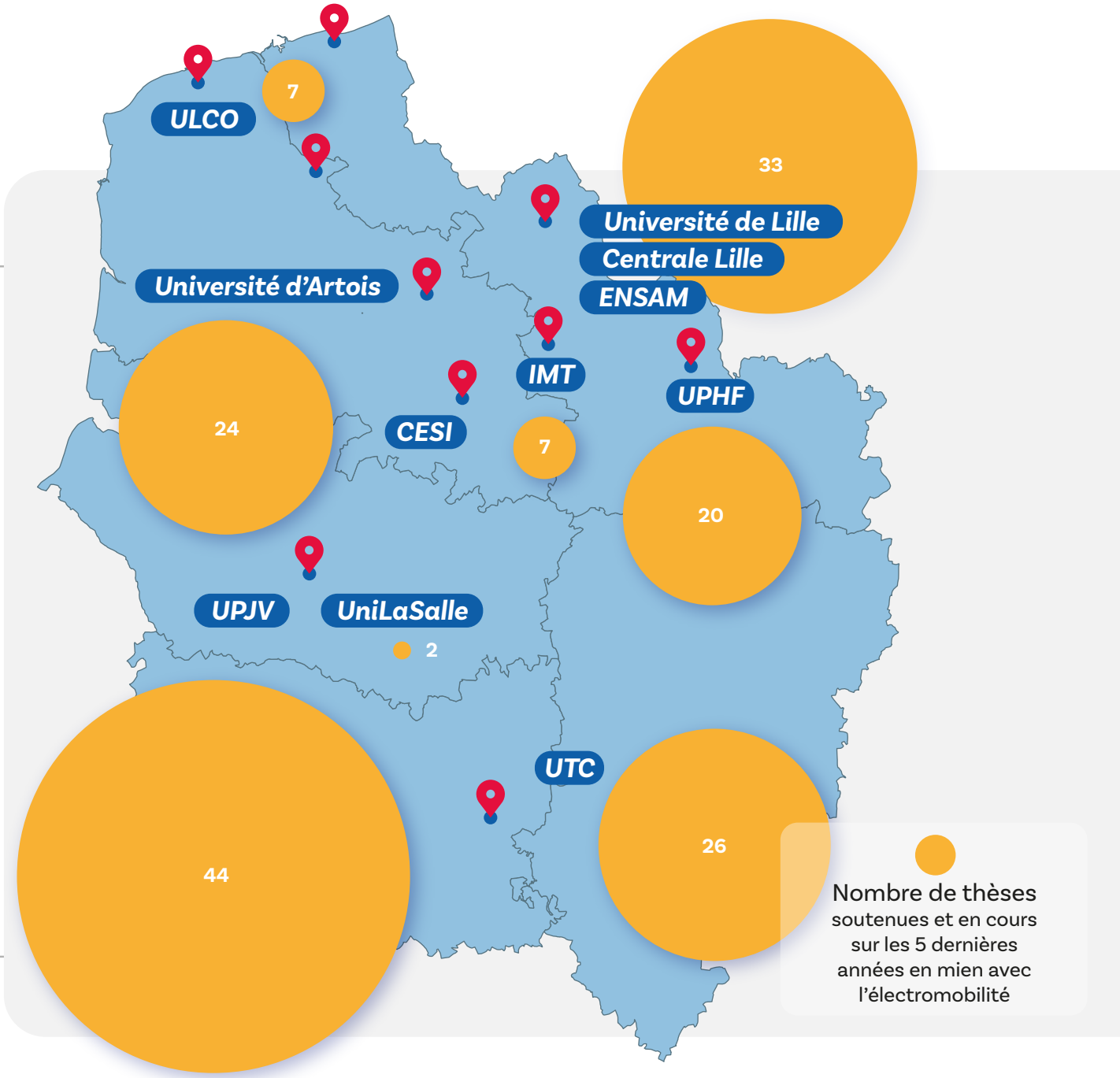
Nombre de thèses et de post-docs par établissement

Le dynamisme se traduit également par les

147 thèses de doctorat soutenues de 2018 à 2023.

Notons des faits remarquables :

- La distribution entre les versants nord et sud est équilibrée
- **42** thèses ont été portées par le LRCS, ce qui témoigne de l'activité intense de cette unité de recherche.
  Les thèses sont financées par des voies diversifiées : fonds propres des universités, allocations régionales pour des cofinancement, bourse CIFRE, contrats doctoraux sur fonds FEDER, contrats industriels directs, MSCA Marie-Curie Cofund, etc...

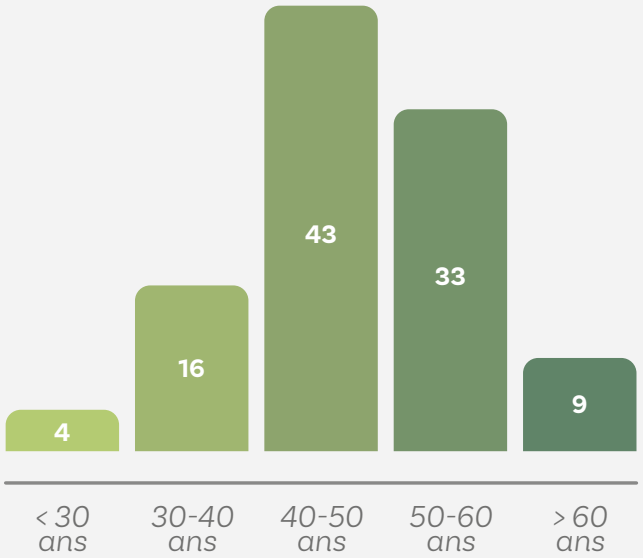


Âges des chercheurs et des personnels d'appui a la recherche

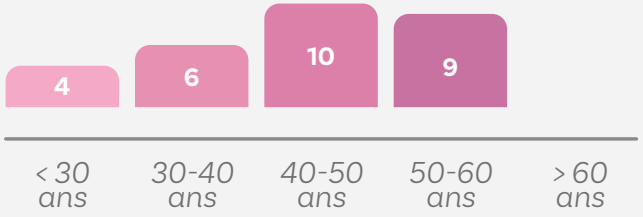
- Les équipes de recherche sont principalement constituées de **profils aguerris, aptes à apporter rupture et innovation** !
- **La pérennisation des compétences en électromobilité** à moyenne échéance doit être un **point de vigilance**.
- **Les chercheurs permanents « juniors » sont peu nombreux**, ce qui est lié aux périodes doctorales et post-doctorales précédant la nomination, mais également **au très fort taux d'employabilité des docteurs académiques dans le privé**, avec des salaires attractifs dès la fin de la thèse.

Enquête réalisée dans 16 unités de recherche (105 chercheurs et 29 personnes d'appui à la recherche)

Distribution de l'âge des chercheurs permanents



Distribution de l'âge des personnels d'appui à la recherche permanents



Quels liens entre l'électromobilité et les sciences humaines et sociales ?

Projets associant des laboratoires d'horizons divers, SHS et sciences dures

Quels liens entre l'électromoblité et les sciences humaines et sociales ?

Nouer des liens entre « sciences dures » et sciences humaines et sociales est source de grande richesse.
L'électromobilité se transforme technologiquement avec un besoin d'innovations en rupture pour une mobilité durable et en totale évolution. Les contraintes changent et conduisent à un paradigme du secteur de la mobilité placé sous le prisme de nouvelles normes environnementales sur les émissions de polluants, de l'utilisation de nouveaux matériaux et de la réduction des coûts de développement. L'évolution est aussi marquée par de nouveaux modes d'acquisition et de possession des véhicules.

Mettons en lumières des initiatives associant des laboratoires d'horizons divers, SHS et sciences dures !

- *Cumin*
- *Mobilité autonome à l'UPHF*
- *Séminaire Génie électrique & Sciences Humaines et Sociales*
- *Pour une mobilité durable et adaptée à un contexte de pandémie (MURDASP)*

Projets associant des laboratoires d'horizons divers, SHS et sciences dures

CUMIN
Campus of University with Mobility based on Innovation and carbon Neutrality

www
Voir le site

Objectifs

Développer des méthodes et outils flexibles pour le développement de l'électromobilité, de solutions technologiques innovantes aux plans des transitions urbaines.

CUMIN vise à remplacer les véhicules thermiques polluants des utilisateurs par des véhicules électriques chargés à l'aide des panneaux photovoltaïques de l'Université. La mobilité étant le principal contributeur de GES, CUMIN a établi un plan de mobilité pour réduire spécifiquement les émissions liées aux transports.
Le projet revêt 4 axes de travail aux compétences pluridisciplinaires :

- L'instrumentation des véhicules électriques
- Le photovoltaïque et la recharge intelligente de véhicules
- La réorganisation du campus via une distribution efficace de la station de recharge
- Le libre accès de toutes les données du campus de démonstration



Partenaires

Les porteurs du projet sont l'Université de LIlle, le L2EP et TVES.

Université de Lille
L2EP Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance de Lille
TVES Territoires Villes Environnement & Société ULR 4477
Région Hauts-de-France
MEL Métropole Européenne de Lille
R·I·T
Laboratoire en loisir et vie communautaire
IRH UQTR
Ghent University
LaM CU3E Laboratoire de mécanique, multiphysique, multiéchelle
CLERSÉ
Lille
Gériico

Mobilité autonome à l'UPHF !

Objectifs

Le plateau technologique « Mobilité autonome » du LAMIH UMR CNRS 8201 constitue un support de recherche dans le domaine de l'électromobilité, permettant de développer des Aides à la conduites (ADAS) où le conducteur humain est au centre des recherches.

Le projet ANR CoCoVeIA permet d'intégrer des capacités d'auto-apprentissage dans les algorithmes de conduite et d'assistance au conducteur.

L'électromobilité ouvre de nouvelles possibilités de conduite partagée permettant un meilleur contrôle longitudinal et latéral dans des situations complexes prenant en compte le comportement conducteur.



Séminaire Génie électrique & Sciences Humaines et Sociales

Objectifs

Une première journée de réflexion sur les interactions entre les problématiques de la gestion d'énergie électrique (réseau, véhicule électrique…) et les sciences humaines et sociales a eu lieu le 7 février 2025 à la cité scientifique de Villeneuve d'Ascq, dans le cadre du CPER EE4.0.

Un triple objectif a animé les participants de ce séminaire :

- Présenter des travaux de collaboration GE-SHS déjà réalisés ou en cours,
- Identifier différentes initiatives et acteurs régionaux,
- Ouvrir la discussion afin de faire émerger des projets communs futurs.



MEDEE
Maîtrise Energétique des Entraînements Electriques

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE 4.0

Pour une mobilité durable et adaptée à un contexte de pandémie (MURDASP)

www
Voir le site

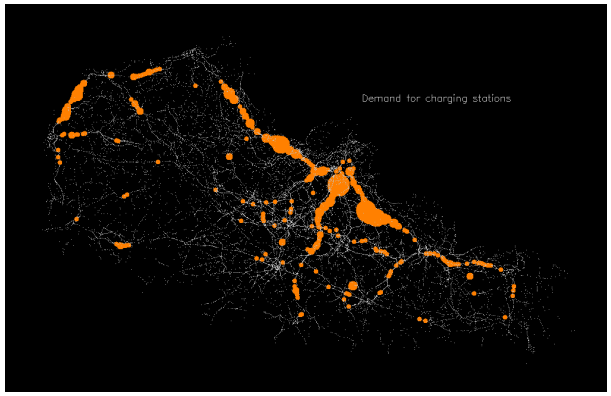
Objectifs

Le projet a consisté à développer un modèle de transport multimodal, pour les départements du Nord et du Pas-de-Calais, pouvant être utilisé pour examiner différents scénarios liés à la mobilité :

1) Cas de la propagation d'une pandémie dans les transports et les lieux d'activités (couplage avec un modèle épidémiologique)
2) Évaluation de l'impacts des politiques tarifaires (gratuité des transports publics, péage routier) sur les flux de transport et la pollution
3) Impacts environnementaux d'un élargissement du parc des voitures électriques

Résultats :
L'effet d'un élargissement du parc automobile électrique sur les émissions des gaz à effets de serre et des particules fines a conduit à deux constats majeurs :

- Lorsque l'adoption des véhicules électriques est limitée aux personnes ayant de courts ou de moyen trajets quotidiens, les effets sur les émissions sont faibles. Il en est de même pour la demande sur les bornes de recharge ;
- Si on considère les agents ayant des trajets quotidiens relativement longs, on observe une baisse significative des émissions, notamment lorsque les bornes de recharge sont déployées de manière optimale



Les détails de cette analyse sont disponibles dans « De Wolf, D., Diop, N., & Kilani, et al. (2024). Environmental impacts of enlarging the market share of electric vehicles. Environmental Economics and Policy Studies, 26(2), 219-238. ».

L'économie circulaire

Les 4 axes de développement de l'économie circulaire

Nombre d'unités de recherche positionnées sur les 4 axes de développement de l'économie circulaire

L'économie circulaire

L'économie circulaire vise à minimiser le gaspillage et à optimiser l'utilisation des ressources, contrairement au modèle linéaire traditionnel (« extraire, fabriquer, jeter »). Elle promeut la durabilité, la réparabilité et le recyclage des produits.

L'économie circulaire offre également de nouvelles sources de valeur pour les entreprises, réduisant les coûts de production et stimulant l'innovation. **La Région dispose d'une « Feuille de route pour le développement de l'économie circulaire en Hauts-de-France ».** Celle-ci se compose de quatre axes de développement principaux :



1. ***Développement économique***
2. ***Économie des ressources***
3. ***Nouvelles coopérations***
4. ***Décarbonation de l'économie***

Comment les critères d'économie circulaire sont-ils pris en considération dans les travaux de recherche en lien avec l'électromobilité et menés par les unités de recherche des Hauts-de-France ?



Développement économique

Procédés et produits innovants - Nouveaux modèles économiques, Nouvelles filières - Réindustrialisation - Relocalisation - Nouvelles chaines de valeur - Différenciation - Attractivité - Création d'emplois, développement de nouvelles compétences, préservation de savoir-faire



Économie des ressources

Approvisionnement durable - Hiérarchie des usages - Valorisation des ressources - Utilisation optimisée - Nouveaux modèles d'organisation Circularité des flux - Circuits courts - Boucles locales



Décarbonation de l'économie

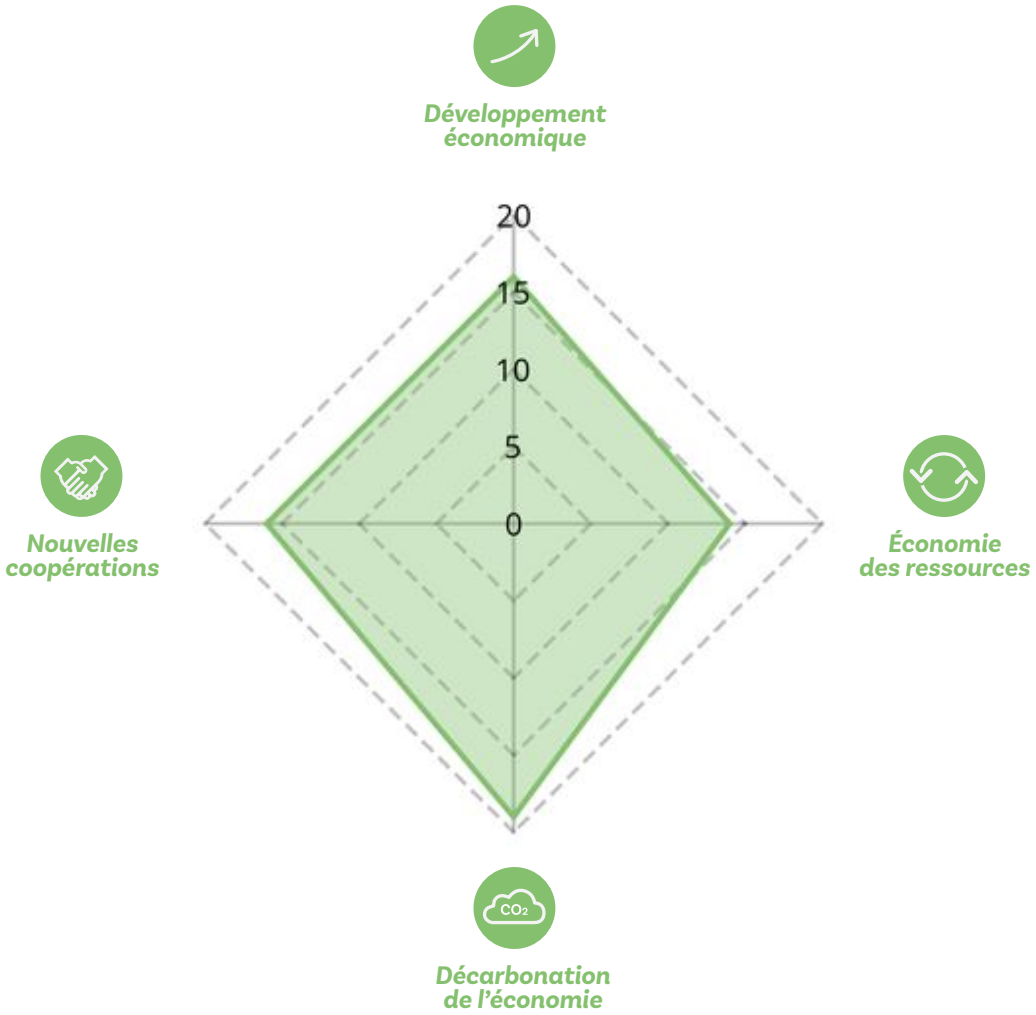
Production plus sobre - Matières premières renouvelables ou issues du recyclage - Nouveaux modèles d'approvisionnement
Nouveaux modes de consommation - Réduction directe et indirecte des gaz à effets de serre



Nouvelles coopérations

Engagement des acteurs - Partage d'idées, de pratiques nouvelles et disruptives - Nouvelles opportunités d'innovation technique, technologique ou organisationnelle - Création de nouvelles boucles de valeurs - Solutions nouvelles partagées

Nombre d'unités de recherche positionnées sur les 4 axes de développement de l'économie circulaire



Contributions apportées par les laboratoires

Développement économique

- AVENUES
- GENUMER
- HEUDIASYC
- INRIA
- L2EP
- LAMCUBE
- LAMIH UMR
- LASIRE
- LASIRE
- LGI2A
- LINEACT
- LRCS
- LSEE
- LTI
- ROBERVAL
- TVES

16 laboratoires

Économie des ressources

- AVENUES
- CERAMATHS
- GENUMER
- HEUDIASYC
- INRIA
- L2EP
- LAMCUBE
- LAMIH
- LGI2A
- LRCS
- LSEE
- MIS
- ROBERVAL
- TVES

14 laboratoires

Décarbonation de l'économie

- AVENUES
- CERAMATHS
- CERI MP
- GENUMER
- HEUDIASYC
- INRIA
- L2EP
- LAMCUBE
- LAMIH
- LGI2A
- LOA
- LPCA
- LRCS
- LSEE
- LTI
- MIS
- ROBERVAL
- TVES
- UDSMM

19 laboratoires

Nouvelles coopérations

- AVENUES
- CERI MP
- GENUMER
- HEUDIASYC
- INRIA
- L2EP
- LAMCUBE
- LAMIH
- LASIRE
- LGI2A
- LINEACT
- LRCS
- LSEE
- LTI
- MIS
- TVES

16 laboratoires

Un réseau déjà bien maillé

Des collectivités régionales impliquées

Les unités de recherche collaborent à l'échelle nationale et à l'international

Un réseau déjà bien maillé

Des collectivités régionales impliquées

Collectivités et communautés d'agglomérations sont impliquées dans des actions de recherche en lien avec l'électromobilité.
Région Hauts-de-France, CUA, MEL, CABBALR, etc, challengent des laboratoires pour répondre, par exemple, à des problématiques combinant mobilité et environnement.

Région Hauts-de-France
MEL MÉTROPOLE EUROPÉENNE DE LILLE
ARC AGGLOMÉRATION DE LA RÉGION DE COMPIÈGNE
Communauté d'Agglomération Béthune-Bruay Artois Lys Romane
Dunkerque Grand Littoral COMMUNAUTE URBAINE

Quelques exemples de projets menés avec les collectivités :

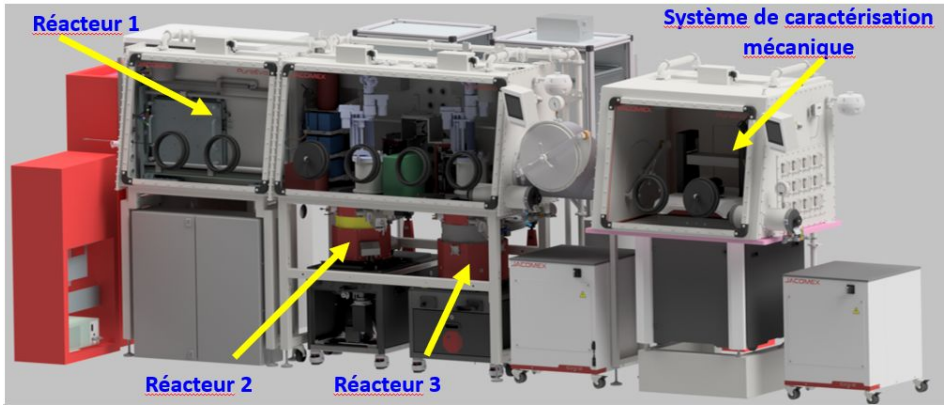
- *CLUSTBAT avec le soutien de la MEL (Métropole Européenne de Lille)*
- *Mobel City avec le soutien de l'ARC (Agglomération de la Région de Compiègne)*
- *La Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) soutient activement la recherche*
- *REVE avec le soutien de la CABBALR (Communauté d'Agglomération Béthune-Bruay Artois Lys Romane)*

Des collectivités régionales impliquées

CLUSTBAT

Un équipement de pointe à l'IEMN cofinancé par la MEL

La Région Hauts-de-France, le PEPR batterie, la Fondation de l'Université de Lille et la Métropole Européenne de Lille se sont engagés pour soutenir l'achat d'un équipement de dernière génération permettant le dépôt de matériaux de batteries en technologies film minces. Cet équipement permettra de contrôler les différentes interfaces dans une batterie et d'étudier les futures générations de batteries tout solide et batteries de puissance.



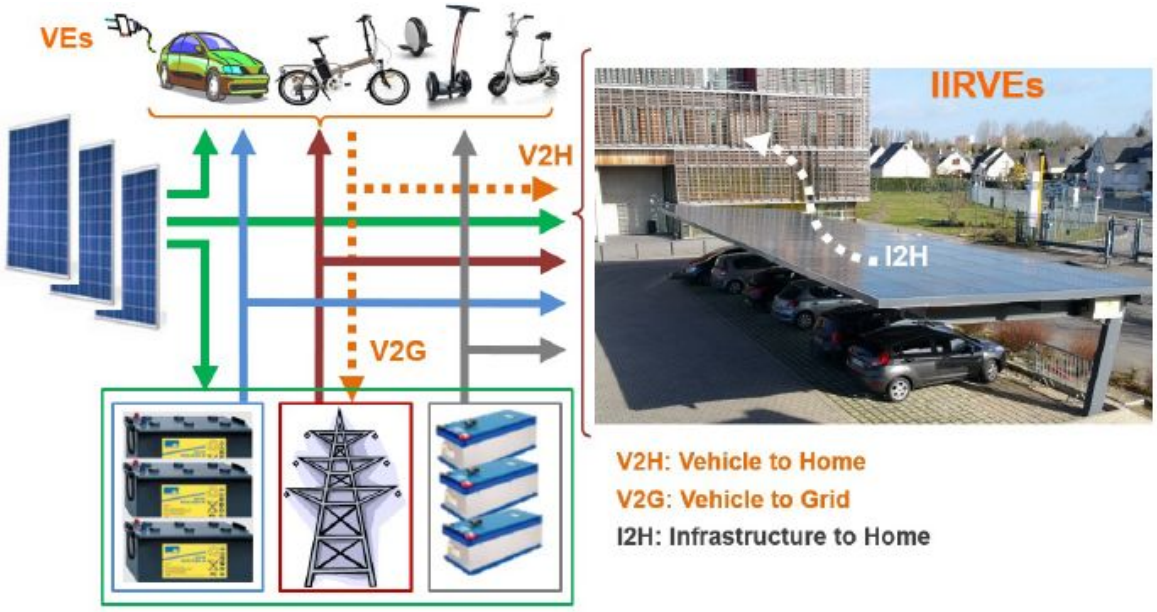
Quelles retombées ?

Disposer de tels équipements booste l'attractivité. L'IEMN a ainsi recruté une chercheuse taiwanaise qui était en poste aux Etats-Unis dans le cadre d'une Chaire de Professeur Junior de l'Université de Lille. 5 personnes renforceront l'équipe fin 2025 dont 2 chercheuses américaines. Scientifiquement, une partie de l'activité développement de nouveaux matériaux pourra être transférée vers la Startup VOLTIFY hébergée à l'IEMN.

Des collectivités régionales impliquées

Mobel City

L'Agglomération de la Région de Compiègne (ARC) s'est engagée dans le projet Mobel_City (ADEME) afin de proposer des infrastructures intelligentes pour la recharge des VE (IIRVEs) implantées en zones urbaines.
Le terrain d'application est le quartier de la gare et le centre-ville de Compiègne.



La CUD soutient activement la recherche

La Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) soutient activement la recherche, notamment dans les domaines de l'électromobilité et de la transition énergétique, en finançant des thèses et projets innovants. Par exemple, une thèse soutenue le 14 mars 2024, intitulée « *Écosystème d'innovation circulaire dans les territoires industrialo-portuaires* », s'inscrit pleinement dans les dynamiques de transition énergétique et de décarbonation engagées sur le territoire dunkerquois.
Plus récemment, en juin 2024, la CUD a également contribué au financement d'une thèse portant sur la synthèse et la caractérisation d'électrolytes solides à base de sulfures conducteurs d'ions sodium, destinés à des batteries tout solide.
Par ailleurs, la collectivité accompagne plus largement les initiatives scientifiques et technologiques du territoire. Elle a notamment participé à la création de l'Institut de Recherche en Environnement (IRENE) et cofinancé des projets structurants, comme « Dunkerque, l'énergie créative », inscrit dans l'appel à projets « Territoires d'innovation », qui vise à faire de Dunkerque un modèle national de transition énergétique.

Des collectivités régionales impliquées

REVE : Recharge Écologique des Véhicules Électriques

La Communauté d'Agglomération Béthune-Bruay, Artois-Lys Romane (CABBALR) s'est engagée dans un projet collaboratif innovant pour l'optimisation et la priorisation énergétique de bornes de recharge de sa flotte de véhicules électriques.



Communauté d'Agglomération Béthune-Bruay Artois Lys Romane · KDE France Energy · LSEE · DRIVECO · Bouygues Energies & Services · Solarwatt

Les unités de recherche collaborent à l'échelle nationale et à l'international

Les laboratoires de recherche établissent des collaborations sur le territoire national avec des entités de différentes natures :

Avec des pôles de compétitivité, des clusters de recherche

S2E2 Smart Electricity Cluster
i-TRANS Innovation Catalyst

Avec d'autres laboratoires aux compétences bien spécifiques

TVES Territoires Villes Environnement & Société ULR 4477
edlb+ L'école de la batterie
numeum

Avec des groupes de recherche (GDR), une fédération de recherche

cnrs
GDR Groupement de recherche SEEDS Systèmes d'énergie électrique dans leurs dimensions sociétales
IEA PVPS
Transports Terrestres Mobilité FR CNRS n°3733
NAE Normandie Aerospace • Defence • Security

Avec des agences comme l'ADEME

République Française Liberté Égalité Fraternité
ADEME Agence de la transition écologique

Avec des Instituts comme les Instituts de Transition Energétique ou les Instituts de Recherche Technologique, etc.

Institut Carnot Arts
ifp Energies nouvelles
Institut VEDECOM
IRT Saint Exupéry
RAILENIUM Rail Research & Innovation

Avec la SATT Nord et la SATT Lutech

SATT Nord
SATT LUTECH

Les unités de recherche collaborent à l'échelle nationale et à l'international

À l'échelle internationale, les projets européens sont des terrains propices aux collaborations.

Coup de phare sur quelques projets emblématiques :

- *Panda*
- *Master européen / Projets Marie-Curie PhD-confund*
- *PEPR Mobidec - Projet MISTERE*
- *Photovoltaic Power Systems Programme*
- *SUM : Seamless Shared Urban Mobility*

Les unités de recherche collaborent à l'échelle nationale et à l'international

Panda

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

www
Voir le site

Objectifs

Action du programme européen H2020 (2018-2022), GA #824256

Le projet est porté par le L2EP et l'Université de Lille

Développer une architecture de modèles numériques multi-niveaux pour tests virtuels ou réels de composants de véhicules électrifiés.

Équipements

Véhicules démonstrateurs :
Battery Electric Vehicle (Zoe, Renault) /Fuel Cell Vehicle (Mobipost, UBFC) / Hybrid Electric Vehicle (Demo vehicle, Valeo)

Faits marquants :
- Les trois véhicules simulés via la bibliothèque développée avec moins de 3% d'erreur sur l'énergie consommée.
- Des test « Hardware-In-the-Loop" de nouvelles batteries et de nouvelles motorisations.
- Des tests « Hardware-In-the-Loop" multi-site (Lille, Bruxelles, Paris) via un "Cloud"

Université de Lille · L2EP Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance de Lille · SIEMENS · VUB · Valeo · Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca · Typhoon HIL · TÜV SÜD · UBFC Université Bourgogne Franche-Comté · UNIRESEARCH · Renault Group · BLUWAYS

Un Master européen et des projets Marie-Curie PhD-confund

Le LRCS, pilote du réseau européen ALISTORE fédérant 30 laboratoires européens porte 2 projets européens de formation d'envergure :

- le Master européen ERASMUS MUNDUS i-MESC (depuis 20 ans)
- les projets Marie Curie PhD-cofund DESTINY et DESTINY2, ces derniers englobant respectivement 50 et 42 thèses financées !

Les unités de recherche collaborent à l'échelle nationale et à l'international

PEPR Mobidec - Projet MISTERE

Modélisation Intégrée du Système TERritoire-Ecomobilité sous contraintes énergétiques et environnementales (2025-2029)

Partenaires

Consortium : ULCO (LEM) | ENTPE Lyon (laboratoire LAET) | Université de Bordeaux (BSE et IMS)
Partenaires : CEREMA, SYSTRA, Syndicat Mixte des Transports en Commun de Transport Authority l'Agglomération de Clermont-Ferrand (SMTC), Lyon Metropole, SNCF Réseau - Direction Territoriale Hauts de France

Objectifs

Le projet MISTERE vise la décarbonation des activités de transport en s'appuyant sur trois leviers principaux : les politiques basées sur la mobilité, les politiques basées sur l'énergie et l'aménagement du territoire.

- Le levier de la mobilité couvre un large éventail de politiques de transport, y compris la tarification, l'offre de services de transport public et le développement des modes actifs et de leur interaction avec les transports publics.
- Le levier énergétique vise la transition vers des véhicules électriques et d'autres alternatives moins émettrices que les moteurs à combustion interne existants.
- Le levier de l'aménagement du territoire est lié à l'amélioration de l'infrastructure existante, pour accueillir les flux croissants de piétons et d'utilisateurs de modes actifs, ainsi qu'à la prise en compte des décisions de localisation des ménages et des activités économiques.

Des modèles et des simulations de transport et d'urbanisme seront développés en pour inclure des caractéristiques réalistes telles que l'hétérogénéité de la population (localisation, taille du ménage, revenu et préférences en matière de modes de transport), la structure géographique existante de la ville, la multiplicité des modes de transport et des alternatives énergétiques.

Les unités de recherche collaborent à l'échelle nationale et à l'international

Photovoltaic Power Systems Programme

www
Voir le site

Partenaires

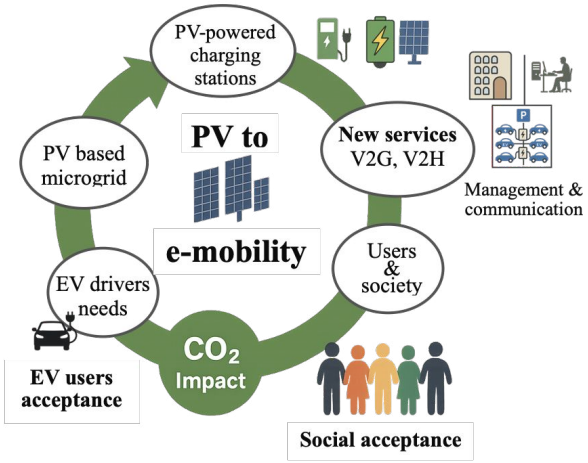
Budget

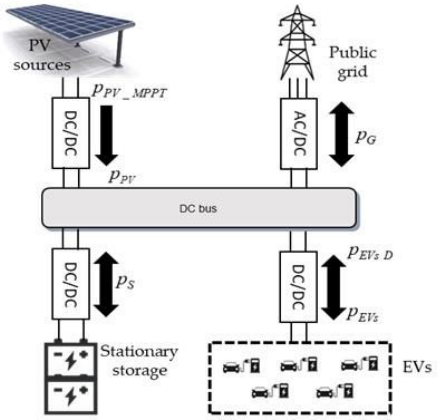
Objectifs

Consortium : 15 partenaires - 9 pays
Coordination et portage : Mizuho Research & Technologies
UTC Recherches - Avenues
Partenaires industriels : EDF, SAP Lab, TECSOL, Planair

Budget France : 1M€

La tâche 17 traite les questions liées aux véhicules (voitures, bus, camions, etc.) qui intègrent des panneaux photovoltaïques (PV) et aux stations de recharge alimentées par des panneaux PV, principalement d'un point de vue technique. Elle aborde également les bénéfices attendus du point de vue des utilisateurs et des parties prenantes, ainsi que les aspects énergétiques et environnementales.





Les unités de recherche collaborent à l'échelle nationale et à l'international

SUM — *Seamless Shared Urban Mobility*

www
Voir le site

Partenaires

Budget

Objectifs

Projet : Appel HORIZON-CL5-2022-D6-02) (01-06-2023 ; 30-05-2026)

Le projet fédère 30 Partenaires dont 9 living lab (Rotterdam, Munich, Genève, Krakow, Jérusalem, Athènes, Fredrikstad, Larnaca, Coimbra). Le Centre Inria de l'Université de Lille est coordinateur du projet.

Budget : 9,9 M€

L'objectif du projet SUM est de transformer les réseaux de mobilité actuels en systèmes de mobilité partagée innovants et novateurs (NSM) intégrés aux transports publics dans plus de 15 villes européennes d'ici 2026. Intermodalité, interconnectivité, durabilité, sécurité et résilience sont au cœur de ce projet.

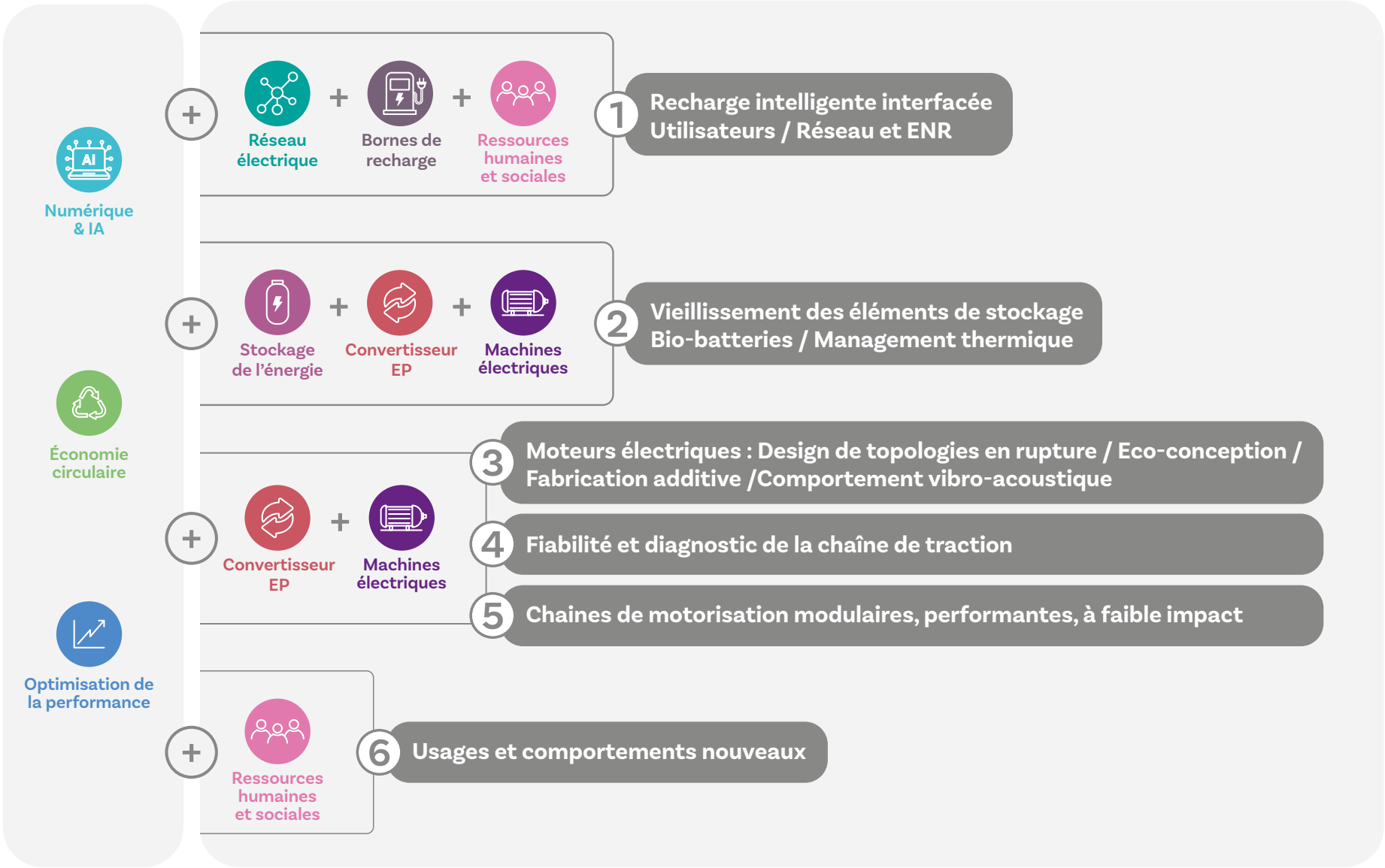


Électromobilité

Perspectives et esquisses de projets collaboratifs

Compte-tenu des forces affichées par les laboratoires régionaux, quelles sont les voies de recherche qui, demain, positionneront les Hauts-de-France comme un territoire européen leader de l'électromobilité en termes de ruptures et d'innovations ?

Ce schéma montre 6 voies potentielles pour conduire les recherches en électromobilité vers des innovations, des ruptures scientifiques et technologiques. Ces voies sont ensuite détaillées en 6 volets autour de projets collaboratifs interlaboratoires.



Stations de recharge /décharge

1 Recharge intelligente interfacée Utilisateurs / Réseau et ENR

Enjeux

- **sociétaux** - Gestion efficace de la recharge de VE
- **environnementaux** - Intégration de la production d'énergie renouvelable pour l'alimentation des stations de recharge / Réduction du CO2 dans les villes
- **industriels** - Pilotage intelligent et gestion optimale de la recharge de VE

Verrous scientifiques

- Transport d'énergie électrique haute tension à courant continu : modélisation et la simulation numériques de problèmes de charges d'espace
- Optimisation technique, économique et environnementale de la gestion d'énergie en temps réel pour la recharge de véhicules électriques en symbiose avec un réseau électrique comprenant la production et le stockage d'énergie renouvelable et en maîtrisant les incertitudes
- Introduction de contraintes non linéaires (gestion de la grille électrique) dans les problèmes d'optimisation bi-niveaux (prise en compte du comportement des clients lors de la définition des incitatifs pour lisser la demande de recharge) / Développement de méthode de résolution efficace pour des problèmes d'optimisation bi-niveaux stochastiques
- Modélisation du comportement des clients pour la recharge

Compétences

- Méthodologie de co-optimisation (dimensionnement et exploitation)
- Analyse du cycle de vie et calcul de coût global sur durée de vie
- Méthodologie de calcul d'impact carbone sur durée de vie
- Stratégies de pilotage intelligent et optimisation en temps réel

Applications

CERAMATHS · L2EP Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance de Lille · Inria · UniLaSalle Amiens · Alliance Sorbonne Université · utc Recherche Avenues · LAMIH UMR CNRS 8201

Des batteries plus vertes et plus durables

2 Vieillissement des éléments de stockage
Bio-batteries / Management thermique

Enjeux

• **socio-environnementaux** - Renforcer les compétences dans le tissu économique des HdF autour de la batterie / Trouver le juste nécessaire en termes de coûts et matières premières pour une batterie durable / Optimiser l'adéquation entre les services rendus et les besoins d'électromobilité

• **industriels** - Fabricants : utiliser la connaissance et des modèles réduits à fort sens physique pour accélérer la mise au point de technologies cellule (Tiamat, gigafactories) / Intégrateurs : Développer des outils d'aide au dimensionnement intégrant les spécifications électriques thermiques mécaniques et durée de vie (OPmobility, CRITT M2A, ...) / Développer des systèmes de gestion thermique innovants

Verrous scientifiques

- Batteries à flux « redox-targeting » (RTFB) par l'ajout de « boosters solides »
- Compréhension fine du vieillissement en situation réelle
- Mise en oeuvre de stratégies de surveillance du vieillissement et de son endiguement à horizon d'une décennie
- Développer des matériaux céramiques pour batteries solides
- Mise en oeuvre de nouvelles techniques mesures, par exemple calorimètre, isotherme, déformations mécaniques
- Augmentation des capacités d'analyse par la mesure et les modèles
- Diagnostic, réparation et recyclage des batteries / Comportement après accident

Compétences

- Méthodes de mesures plus ou moins invasives, problématiques de l'embarqué
- Modélisation et caractérisation fines (multiphysique et multiéchelle, de la cellule au pack
- Interaction électrochimie/ autres physiques

Applications

Concevoir le moteur électrique de demain !

3

Moteurs électriques :
Design de topologies en rupture
Eco-conception
Fabrication additive
Comportement vibro-acoustique

Enjeux

- **environnementaux** - Prise en compte des matériaux en tension et la systématisation de l'ACV, augmentation de la réparabilité, utilisation de matériaux biosourcés, par exemple pour des fluides de refroidissement diélectriques
- **sociétaux** - Durée de vie des équipements électriques, confort acoustique, production « à la demande »
- **industriels** - Définir de nouvelles topologies de moteur sans contrainte / Développer des systèmes de gestion thermique innovants

Verrous scientifiques

- Augmenter la puissance massique et volumique en intégrant l'éco conception et éviter les matériaux en raréfaction ou à empreinte environnementale critique
- Prise en compte des impacts des procédés de fabrication conventionnels ou innovants et exploitation de leurs spécificités respectives
- Prévoir la réparabilité, le ré-usage des matériaux et la recyclabilité
- Améliorer le couplage des modélisations multiphysiques
- Intégrer l'électronique de puissance et de commande et le couple {moteur - convertisseur} dans le train roulant
- Développer des bancs et des méthodes de mesure adaptés, par exemple une plateforme technologique dédiée à l'étude du refroidissement de l'ensemble des composants d'un véhicule électrique

Compétences

- Optimisation topologique et paramétrique de machines électriques
- Modélisation multiphysique : électromagnétique, thermique, vibratoire
- Caractérisation de matériaux magnétiques et diélectriques
- Méthode de fabrication innovante (Fabrication additive par exemple)
- Mesures multiphysiques fines sur banc de tests

Applications

Vers une électrification ultra-fiable et des équipements surveillés

4 Fiabilité et diagnostic de la chaîne de traction

Enjeux

- **environnementaux** - Réduire l'empreinte environnementale des équipements / Trouver des méthodes de recyclage ou de ré-emploi / Anticiper le manque de disponibilité des ressource en matériaux (Fluor, nanocharges,...)
- **sociétaux** - Amélioration de la sécurité et de la disponibilité des équipements
- **industriels** - Garantir, voire allonger, les durées de vie des équipements en accord avec leur profil de mission / Construire des systèmes à base de matériaux « *REACH friendly* » et iso-performants

Verrous scientifiques

- Cartographier les contraintes dans les systèmes ainsi que les profils de missions associés pour dimensionner les besoins au plus juste
- Modéliser les phénomènes à échelle microscopique pour en déduire des indicateurs macroscopiques, par exemple les décharges partielles dans les moteurs
- Analyser les performances espérées de solutions "low-tech" en regard des technologies actuelles pour des profils de missions ciblés
- Développer des modèles de vieillissement et des modèles prédictifs, par exemple pour construire des systèmes « Partial Discharges free »
- Explorer et/ou développer des matériaux répondant au double objectif : durée de service / impact environnemental.
- Reconfigurer les commandes pour fonctionner en présence de défaillances
- Prendre en compte les défauts de batterie et BMS impactant la chaine de traction
- Analyses des signaux bruités pour alerter avant l'occurrence de défauts sévères

Compétences

- Modélisation fine de phénomènes complexes au cœur des systèmes : physique des plasmas associée au dimensionnement des bobinages des machines électriques
- Modélisation multi échelle, multi physique
- Méthodes de résolution numérique / Développement de modèles d'apprentissage / Fouille de données, traitement du signal
- Caractériser expérimentalement les matériaux / Concevoir des capteurs adaptés

Applications



Des véhicules innovants adaptés à chaque usage

5 Chaines de motorisation modulaires, performantes, à faible impact

Enjeux

- **environnementaux** - Réduire l'impact environnemental de divers types de systèmes de transport
- **sociétaux** - Proposer des véhicules électrifiés à faible coût, adaptés à divers publics et divers usages
- **industriels** - Développer la modularité des solutions pour diverses gammes de véhicules

Verrous scientifiques

- Développer des véhicules à chaine de traction modulaires (conception, pilotage)
- Hybrider différents types de motorisations pour combiner leurs avantages
- Hybrider différentes sources de stockage pour augmenter performances et durées de vie
- Hybrider différents types de freinage pour le bon compromis sécurité/efficacité/pollution
- Coordonner les différents modes (charge, traction, freinage, confort…) pour réduire la consommation d'énergie
- Développer des méthodes de gestion optimale de l'énergie des VE et/ou VEH dans des conditions d'incertitudes élevées

Compétences

- Modélisation multi-échelle multi-domaine
- Modélisation macroscopique des véhicules électrifiés (batterie, pile à combustible, genset H2)
- Optimisations topologiques, de dimensionnement et de fonctionnement
- Validation virtuelle, semi-virtuelle (Hardware-In-the-Loop), sur prototype
- Capacité de validation expérimentale à échelle réduite ou échelle 1

Applications

De la mobilité coopérative intelligente à la réduction des consommations

6 Usages et comportements nouveaux

Enjeux

- **environnementaux** - Réduction de la consommation d'énergie, d'émissions
- **sociétaux** - Développement de solutions de mobilité électrifiées pertinentes pour chaque usage
- **industriels** - Développer des algorithmes de commande efficaces

Verrous scientifiques

- Maitrise du comportement thermique des systèmes électriques par voies d'expérimentation et de modélisation
- Établir des stratégies de contrôle-commande des systèmes de refroidissements
- Développer des matériaux piézoélectriques pour des capteurs et capteurs autonomes pour la détection des obstacles, de la qualité de la route, de défaillances du système d'amortissement et du moteur (roulements et engrenages)
- Complexité numérique des problèmes adressés : de grande taille, avec des couplages macro/micro
- Développement de méthodologies systématiques permettant de proposer des solutions qui soient applicables sur plusieurs domaines (automobile, fluvial voire ferroviaire)
- Mobilité coopérative intelligente pour réduire les embouteillages et les consommations énergétiques dans les zones urbaines denses
- Évaluer les effets des infrastructures d'aménagement des voies navigables, notamment du canal Seine-Nord-Europe

Compétences

- Modélisation des flottes de véhicules
- Analyse du comportement des conducteurs
- Commande, optimisation pour la prise en compte de la variabilité d'usage
- Modélisation et contrôle du trafic routier dans les noeux de navigation, comme les intersections et ronds-points interconnectés.
- Capacité de validation expérimentale à échelle réduite ou échelle 1

Applications

Relecteurs

Alain Bouscayrol
Gérard Leroy
Christian Masquelier
Vincent Lanfranchi
Sébastien Delprat
Stéphane Duchesne
Fabrice Lefebvre
Lionel Montagne

Remerciements

À la Région Hauts-de-France pour le soutien à la démarche G2RP
Aux établissements de tutelle des unités de recherche
Aux financeurs des projets : Collectivités territoriales, Etat français, Union Européenne, partenaires socio-économiques
À la SATT-Nord pour le lien avec le COREM (Comité Régional pour l'ElectroMobilité)

Conception graphique : Brunö atelier graphique

Électromobilité en Hauts-de-France

État des lieux des compétences scientifiques et des moyens associés dans les unités de recherches académiques

2025