

# A.M.I. Hauts-de-France

# Électricité & Mobilités

Le présent Appel à Manifestation d'Intérêt « Électricité & Mobilité », est lancé à l'initiative du Conseil Régional Hauts-de-France. Il couvre la période 2026-2027. Il est le résultat d'un travail collectif, notamment mené au sein du Groupe Régional Réflexion Prospective (G2RP), et par l'implication de ses chefs de files (Pr. Sebastien DELPRAT, Université Polytechnique Hauts-de-France – LAMIH, Pr. Jean-Philippe LECOINTE, Université d'Artois – LSEE, Pr. Michel HECQUET, Centrale Lille – L2EP). Les défis scientifiques et techniques présentés ci-dessous se déclinent en 5 axes et 40 projets à fort potentiel de développement économique.

## 01 Contexte et problématique

L'urgence climatique exige de nos sociétés des transitions vers des pratiques soutenables d'un point de vue environnemental. Parmi ces transitions, la transition énergétique revêt une importance primordiale, tant nos modes de vie sont énergivores.

L'énergie et la mobilité sont concernées au premier plan et constituent un enjeu majeur pour la région Hauts-de-France à la fois sur les plans environnemental, économique et sociétal.

Premièrement, la transition vers une mobilité bas carbone, propre et accessible à tous, implique des énergies de natures différentes. Aussi, face aux enjeux environnementaux et aux transformations démographiques, notamment le vieillissement de la population, il devient essentiel de concevoir des systèmes de transport durables, sobres en ressources, non polluants et garantissant l'inclusion de tous les usagers. C'est ainsi qu'un retournement énergétique s'opère, avec le développement de biocarburants durables, l'hydrogène vert et la massification des équipements électriques.

Deuxièmement, le virage vers une électrification massives des usages (industrie, tertiaire, infrastructure, transport avec l'implantation de gigafactories, appelées « La Vallée de l'électrique ») augmente significativement la pression sur les ressources, ainsi que sur les chaînes d'approvisionnement, les réseaux électriques et les équipements stationnaires. Il devient donc nécessaire de concevoir des systèmes électriques efficaces, réparables, modulaires et résilients, favorisant le réemploi et le recyclage.

En valorisant son électricité décarbonée et ses compétences industrielles, la région Hauts-de-France a vocation à devenir un territoire pilote de la

réindustrialisation résiliente et soutenable, inscrite sous le prisme de l'économie circulaire. L'innovation doit s'étendre à l'ensemble de la chaîne de valeur de la mobilité et des systèmes énergétiques, en favorisant l'articulation entre acteurs industriels, équipes de recherche et collectivités territoriales.

## 02 L'énergie et la mobilité au cœur de multiples enjeux pour le territoire

La transition bas carbone conjugue « décarbonation des transports » et « électrification soutenable » des usages stationnaires. Elle répond à des contraintes multi-échelles, du matériau au système dans son environnement, et s'appuie sur l'éco-conception et la circularité pour sécuriser les approvisionnements et allonger la durée de vie des équipements.

Cette dynamique conduit ainsi à relever de multiples défis, touchant un large spectre d'activités présenté ci-dessous.

### Production et stockage

Il s'agit de consolider la dynamique autour du stockage des énergies, les biocarburants durables, l'hydrogène vert et surtout l'électricité, selon les usages et les filières, notamment pour le transport (mobilités légères, lourdes, longue distance...).

Cette évolution nécessite une adaptation ambitieuse des infrastructures de production, de distribution et de recharge à l'échelle régionale, ainsi qu'un déploiement de nouveaux modes de gestion de l'énergie (pilotage des réseaux électriques et flexibilité), en intégrant les énergies renouvelables et décarbonées (éolien, solaire, nucléaire, biomasse).

Les enjeux portent sur la planification et la coordination de ces déploiements avec les réseaux de transport et filières locales, pour maximiser les impacts économiques

et environnementaux. Ils incluent le transport lui-même mais également les usages stationnaires.

### Matériaux et optimisation

Les matériaux jouent un rôle clé dans la transition énergétique, notamment avec la massification de l'électrification des usages qui accentue la pression sur les ressources, les réseaux électriques et les matières premières critiques.

- ↳ Les choix couplés matériaux / conception structurales doivent réduire l'empreinte carbone et l'emploi de matière (allègement structurel visant à réduire la consommation énergétique des véhicules sans altérer la sécurité des usagers, procédés sobres), y compris pour les applications stationnaires.
- ↳ Sur le plan systémique, il devient essentiel de concevoir des systèmes efficaces, modulaires, réparables et résilients, favorisant le réemploi et le recyclage, et répondant aux contraintes (stockage d'hydrogène, protection des packs de batteries) ainsi qu'aux aléas climatiques, économiques et géopolitiques.
- ↳ Ces évolutions exigent appellent des procédés innovants et une démarche de circularité couvrant l'éco-conception, la substitution de matériaux critiques et le recyclage.
- ↳ Dans un contexte de mobilité décarbonée, cela implique d'optimiser les masses en mouvement, les chaînes de traction, l'aérodynamique, le freinage, ou encore les algorithmes de commande pour chaque mode de transport (terrestre VP et poids lourds, ferroviaire, fluvial, aérien par drones, etc.). A une échelle plus étendue, la maîtrise du temps de vie des systèmes dans leurs missions en regard de la dépense de matériaux doit être renforcée et affinée.

### Faire du territoire une référence de transports résilients et inclusifs

La région Hauts-de-France a vocation à devenir un territoire pilote en termes « d'énergie et de mobilité bas carbone », résilientes et inclusives, s'inscrivant dans une démarche d'économie circulaire. Si la dynamique est enclenchée avec la mobilité électrique et l'implantation de gigafactories de batterie, de nouveaux secteurs économiques et applicatifs doivent être visés : les secteurs fluviaux et maritimes aujourd'hui très peu électrifiés, tant en termes d'infrastructures que d'embarcations, la mobilité urbaine qui, bien qu'étant en plein essor, doit intégrer des paramètres d'accessibilité financière et de recyclage pensés dès la conception, les engins agricoles, les poids lourds, l'aéronautique et, enfin, les équipements électriques pour les sites industriels.

Avec une infrastructure logistique dense, une position géographique stratégique et le développement du Canal Seine-Nord Europe, la région Hauts-de-France est bien placée pour devenir un leader de la logistique durable en intégrant les technologies de l'industrie 4.0 et de l'Internet

Physique. De manière plus générale, les véhicules autonomes, connectés, équipés de chaînes de traction efficaces permettront de réduire la congestion en optimisant les flux de circulation et en diminuant le nombre de véhicules nécessaires. Les moyens de communications permettront des échanges de données entre les véhicules et avec l'infrastructure (V2X).

Penser l'énergie et la mobilité plus durable de demain devra intégrer les territoires plus isolés dans la transition bas carbone, offrant non seulement des bénéfices écologiques mais aussi inclusives. Cela sous-entend l'accès pour tous à une énergie non polluante, pour les transports et pour tous les usages de la vie courante. Cela sous-entend aussi l'accès à des moyens de transport à tous, quel que soit l'âge, les capacités financières, physiques ou cognitives. Cela amène par exemple à développer des véhicules et systèmes de conduite dédiés ou adaptatifs. Une approche holistique, centrée sur l'Humain, devient alors un enjeu central pour garantir l'autonomie, l'accessibilité et la sécurité de chacun. Cela inclut des interfaces simplifiées, des aides à la conduite intelligentes, ou encore des véhicules à commande vocale ou des services de mobilité inclusifs.

### S'appuyer sur un réseau engagé

La région dispose d'un atout stratégique : une filière structurée, portée par un réseau engagé d'acteurs académiques et industriels.

Par exemple, un groupe de travail constitué d'académiques a engagé, en 2024, une démarche collective pour dresser un état des lieux des compétences scientifiques en lien direct avec la thématique de l'électromobilité. 23 laboratoires de recherche ont été mis en synergie avec une démarche globalisante, ouvrant la voie à des champs de recherche large mais vue sous un prisme commun : inscrire l'électromobilité dans une dynamique globale et durable de rupture et d'innovation pour le territoire.

Cette dynamique s'appuie sur des programmes CPER (CE2I, EE4.0, ELSAT, RITMEA) qui renforcent les passerelles académiques-industriels et un écosystème de plateformes, pôles/technopoles (MEDEE, Team2, i-Trans, EuraMaterials, Euralogistic, Transalley, ARIA, AIF, Altytud, Déclif Mobilité, IRT Railenium). Un socle industriel représentatif est mobilisé sur toute la chaîne de valeur alimentant les démonstrateurs en transport (routier/ferroviaire/fluvial) comme en applications stationnaires (micro/macro-réseaux, data centers frugaux, sous-stations, alimentations à quai, ...). Cette capacité collective permet d'aborder des défis multidisciplinaires avec une évaluation socio-économique rigoureuse, pour maximiser les retombées territoriales et l'acceptation sociétale.

### Une filière mobilité déjà structurée en région

*Acteurs académiques réunis autour de grands projets*  
UPHF, U Lille, Centrale Lille, UTC, UGE, UArtois, ULCO, UPJV, CEREMA, ONERA, IMT Nord Europe, ENSAM, CHRU Lille, GHICL, CNRS, FRA TTM

*Plateformes technologiques*

DM2SE, PEGASE, TRIBOSURF, CONTRAERO, AV-LAB, MULTIMODE, PMR-LAB, TECHE, électricité & Véhicule, Tech3E, SEVILLE « Véhicules intelligents », Institut des Mobilités et des Transports Durables, Code Carmel.

*Pôles de compétitivité*

I-Trans, Team2, EuraMaterials

*Pôles d'Excellences régionaux et Technopoles*

MEDEE, Euralogistic, Transalley

*Associations de filière*

ARIA, AIF, Altytud, Déclic Mobilité, IRT Railenium

**03 Axes scientifiques et technologiques**

Les défis scientifiques et techniques peuvent se décliner en 5 axes, s'accompagnant de verrous.

**5 AXES**

**40 Projets potentiels**

Développement des structures de production d'énergie  
Réseau, ENR, recharge et utilisateur

Stockage de l'énergie et filières circulaires

Chaines de motorisation modulaires, performantes, circulaires, à faible impact et adaptés à chaque usage

1. Transporter l'énergie électrique en haute tension (HT) et courant continu (HVDC), en développant notamment des composants semiconducteurs de puissance de nouvelle génération.
2. Optimiser techniquement, économiquement et environnementalement la gestion d'énergie en temps réel avec un réseau électrique comprenant la production et le stockage d'énergie renouvelable.
3. Prendre en compte le comportement des utilisateurs lors de la définition des incitatifs pour lisser la demande de recharge.
4. Planification & interopérabilité des infrastructures à l'échelle territoriale, alimentation d'îlots critiques, data center frugaux, ports/gare, micro-réseaux.
5. *Développer des batteries à flux « redox-targeting ».*
6. *Développer des matériaux céramiques pour batteries solides.*
7. *Comprendre finement le vieillissement des éléments de stockage avec des techniques de nouvelles techniques de mesure propres aux batteries.*
8. *Diagnostiquer, réparer et recycler des batteries / Comportement après un accident*
9. *Nouvelles chimies/architectures (p. ex. solides céramiques & interfaces).*
10. *Météorologie et diagnostics avancés ; suivi du vieillissement en conditions réelles.*
11. *Réparabilité, seconde vie, réemploi, recyclage & sécurité post-incident.*
12. *Analyse du cycle de vie et indicateurs (gaz à effet de serre, eau, ressources) pour guider les choix techniques.*
13. *Filières locales pour collecte, désassemblage, substitution de matériaux critiques*
14. Développer des convertisseurs statiques et électromécaniques, efficaces, modulaires et adaptés aux usages.
15. Hybrider différents types de motorisations et différentes sources de stockage pour augmenter performances et durées de vie / Intégrer l'électronique de puissance HF.
16. Hybrider différents types de freinage pour le bon compromis sécurité/efficacité/pollution/récupération d'énergie.
17. Maitriser le comportement thermique des systèmes électriques par voies d'expérimentation et de modélisation.
18. Augmenter la puissance massique et volumique en intégrant l'écoconception et les matériaux à empreinte environnementale critique.
19. Intégrer les effets des procédés de fabrications conventionnelles et additives.
20. Prévoir la réparabilité, le réemploi des matériaux et la recyclabilité.
21. Améliorer le couplage des modélisations multiphysiques
22. Déclinaison des cas d'usage : routier / ferroviaire / fluvial / maritime / agricole / aéronautique (drones).
23. Améliorer l'allègement, l'aérodynamique et l'optimisation énergétique multi-modes.
24. Conception "Design for Disassembly", modularité, standardisation pour le réemploi.
25. Substitutions de matériaux critiques, isolants biosourcés, intégration de métal recyclé.

Une électrification ultra-fiable  
et des équipements surveillés

26. Procédés frugaux et fabrication additive ; assemblages démontables/solubles.
27. Boucle analyse du cycle de vie/éco-conception du composant au système, incluant fin de vie.
28. Structuration des filières régionales (recyclage, reconditionnement).
29. *Cartographier les contraintes dans les systèmes ainsi que les profils de missions associés pour dimensionner les besoins au plus juste.*
30. *Modéliser les phénomènes à échelle microscopique pour en déduire des indicateurs macroscopiques, par exemple les décharges partielles.*
31. *Développer des modèles de vieillissement et des modèles prédictifs, par exemple pour construire des systèmes « Partial Discharges free ».*
32. *Explorer et/ou développer des matériaux répondant au double objectif : durée de service / impact environnemental.*
33. *Commande : quelle reconfiguration pour fonctionner en présence de défaillances ?*
34. *Jumeaux numériques et intelligence artificielle au service d'une maintenance prédictive des systèmes électriques.*
35. *Mobilité coopérative intelligente, communication du véhicule avec son environnement, réduction de congestion/consommations.*

Usages et comportements  
nouveaux et logistique  
durable

36. Logistique multimodale et résilience (ex. : Canal Seine-Nord Europe).
37. Évaluer les effets des infrastructures d'aménagement des voies navigables, notamment du canal Seine-Nord-Europe
38. Développer des éléments de perceptions (matériel/logiciel) pour la détection de l'état des moyens de transport comme la détection des obstacles, la mesure de la qualité de la route ou la détection de la défaillance du système d'amortissement ou du moteur.
39. Développer la mobilité coopérative intelligente pour réduire les embouteillages et les consommations énergétiques dans les zones urbaines denses
40. Imaginer des technologies et nouveaux modèles économiques pour satisfaire les besoins réciproques de ROI et d'accessibilité en intégrant le pouvoir d'achat

**Ces axes de recherches intègrent une triple transversalité :**

1. Développer les méthodes numériques et l'utilisation de l'intelligence artificielle
2. Accroître la performance des systèmes électriques
3. Intégrer l'économie circulaire dont les aspects « éco-conception » et réemploi / recyclage.

## 04 Retombées attendues

Carrefour logistique majeur à l'échelle Européenne, fortement exposée aux émissions du transport routier, la région Hauts-de-France est également au cœur de réflexions énergétiques, notamment avec la construction de centrales nucléaires. La transition vers les mobilités bas carbone s'accompagnera de mutations industrielles et sociétales à anticiper pour attirer des investissements, créer des emplois durables, renforcer sa souveraineté industrielle et répondre aux exigences environnementales nationales et européennes, tout en améliorant la qualité de vie sur son territoire.

### Impacts stratégiques

Stratégiquement, les projets inhérents à cet AMI auront des retombées stratégiques pour le territoire :

- ↳ La « Vallée de l'électrique » pourra devenir un marqueur de l'électromobilité, en France et à l'international. Les compétences phares en lien avec mobilité et l'énergie pourront être mise en exergue à l'échelle du territoire pour une visibilité internationale.
- ↳ Les projets contribueront au transfert des produits de la recherche pour accroître la compétitivité des entreprises et la réindustrialisation ; ils développeront des savoir-faire locaux.
- ↳ La R&D académique et industrielle à l'échelle internationale sera mise au premier plan via un renforcement des partenariats de recherche public-privé avec par exemple, la mise en place laboratoires communs, des thèses CIFRE, la réponse à appels à projets pour amplifier et capter des Fonds Européens. Ce dynamisme ouvrira la voie à des ruptures scientifiques et incitera au dépôt de brevet en s'appuyant sur la dynamique des PUI.

### Retombées économiques

#### ↳ Structuration des filières industrielles

Cet AMI contribuera au développement de secteurs clés tels que les procédés de fabrication/transformation frugaux (en énergie, en matière, en GES, ...), le réemploi et la réparabilité des composants et le recyclage des matériaux, l'hydrogène (production, stockage, distribution, applications), le transport fluvial décarboné.

La relocalisation d'activités industrielles en région permettra une réduction de la dépendance aux chaînes de valeur mondialisées grâce à la production locale de matériaux, de composants et de technologies adaptés aux mobilités bas carbone.

Des filières composées d'acteurs de taille plus modestes, vélo ou nouveaux moyens de transports (mobilité douce, intermédiaires et/ou active, drones, véhicule volant, etc.) pourront s'inscrire dans ce schéma.

#### ↳ Création d'emplois qualifiés

La création d'emplois sera portée par un besoin croissant en compétences dans la transformation des matériaux, la maintenance des systèmes de propulsion alternatifs, l'ingénierie des infrastructures adaptées. La dynamique permettra d'attirer et de garder les talents sur le territoire.

#### ↳ Dynamisation de l'économie circulaire

L'écoconception, le recyclage des matériaux, le réemploi de composants et la réparation, conduiront à un modèle économique plus durable et local. Le développement de filières de réemploi et de recyclage, notamment des packs de batteries - ou tout ou partie des chaînes de traction - favorisera l'émergence de plateformes industrielles de seconde vie, génératrices d'emplois et de synergies entre secteurs.

## Impacts sociétaux

### ↳ Amélioration de la qualité de vie

Réduction du bruit, de la pollution de l'air et de l'encombrement urbain grâce au développement des mobilités douces, du transport fluvial, de véhicules légers moins énergivores et moins polluants et des solutions de réduction/captation des polluants.

### ↳ Accroissement de la résilience des territoires

Meilleure adaptation et résilience aux crises (sanitaires, énergétiques, climatiques, géopolitiques). Diversification des modes de transport, réduction de la dépendance aux carburants fossiles importés et accès à une énergie propre pour tous.

### ↳ Réduction des inégalités d'accès à l'énergie et à la mobilité

Déploiement de solutions accessibles à tous (vélos et autres véhicules en libre-service, transport fluvial de passagers, infrastructures cyclables), y compris pour les populations isolées ou les territoires périurbains et ruraux.

Appropriation sociale et changement des comportements

### ↳ Repenser la formation pour les nouveaux métiers

Ces transformations supposent de repenser en profondeur les contenus et les modalités de formation. En synergie avec les activités de recherche et développement, en particulier les plateformes technologiques, il s'agira de former les ingénieurs et techniciens de demain à ces nouveaux paradigmes, en leur donnant les outils pour concevoir, évaluer et mettre en œuvre des solutions industrielles éco-compatibles. Les nombreux centres de formation des Hauts de France ainsi que les opportunités opérationnelles (consolidation des formations dédiées et adaptation des maquettes, nouveaux DU, formations professionnelles, CMA, ..... ) sont autant d'atouts pour satisfaire cet objectif.

## Bénéfice environnemental

De manière évidente, la transition vers une mobilité bas carbone et plus électrique apporte de nombreux bénéfices environnementaux : réduction des gaz à effet de serre, réduction des émissions de polluants atmosphériques, amélioration de la qualité de l'air, allègement de la pression sur les ressources naturelles, valorisation des énergies produites localement (Hydrogène, éolien), adaptation au changement climatique. La mobilité électrique favorise une transition vers une économie sobre en carbone. Elle encourage également l'innovation dans le recyclage des batteries et des composants électriques, réduisant les déchets technologiques. Enfin, cette mobilité silencieuse limite les nuisances sonores, contribuant à un environnement urbain plus apaisé.

## 05 Quels acteurs ?

### Établissements universitaires et de recherche

U Lille, UPHF, Centrale Lille, JUNIA, UTC, UGE, Université d'Artois, ULCO, UPJV, CEREMA, ONERA, IMT Nord Europe, ENSAM, CHRU Lille, GHICL.

Sur le champ de l'énergie et de la mobilité, le territoire peut s'appuyer sur des forces de poids :

↳ 23 laboratoires du territoire traitent ces problématiques relevant des sciences dures ou des sciences humaines et sociales : Avenues, CERAMATHS, IMT Nord Europe, GeNumEr, Heudiasyc, Habiter le Monde, IEMN, INRIA, L2EP, LaMcube, LAMIH, LASIRe, LGI2A, LINEACT, LOA, LPCA, LRCS, LSEE, LTI, MIS, ROBERVAL, TVES, UDSMM. Les plateformes de caractérisation et d'essais mobilisables pour l'énergie et la mobilité couvrent plus de 5700 m<sup>2</sup>. Certains établissements déploient des plateformes de transfert et de valorisation d'envergure nationale, voire européenne (Plateforme électricité & Véhicule d'ULille, Tech3E à l'UArtois, EPMLab à l'ENSAM et Junia, plateforme de prototypage de batteries à l'UPJV, plateforme SEVILLE « Véhicules intelligents » à l'UTC, Institut des Mobilités et des Transports Durables et le banc de caractérisation de packs et cellules batteries à l'UPHF), plateforme logicielle Code-Carmel

### Organismes nationaux de recherche

CNRS, INRIA

### Centres de transfert, technique et/ou recherche

Valutec, CRITT M2A, CETIM, IRT Railenium

### Réseaux académiques

CPER RITMEA

CPER EE4.0

CPER MANIFEST

CHEMACT (2021-2027)

CPER TECSANTE (2021-2027)

CPER ELSAT 2020 (2015-2020)

CPER CE2I (2015-2022)

FRA CNRS 3733 TTM (<https://www.frttm.fr/>)

GIS GRAISHYM (<https://graisyhm.uphf.fr/>)

### Acteurs industriels déjà impliqués dans nos travaux/réseaux

NORDLINK, SOCARENAM, VNF, DAMEN SHIPREPAIR DUNKERQUE, CONTARGO NORTH FRANCE, ENGIE SOLUTIONS, EIFFAGE GENIE CIVIL, LOGISTIQUE, GEODIS, FM LOGISTIC, IDEA, SNCF, TRANSDEV, ILEVIA, KEOLIS, ALSTOM, SNCF, RENAULT, TOYOTA, STELLANTIS, VALEO, RENAULT ELECTRICITY, OP MOBILITY, FORVIA, VALEO, ARCELORMITTAL, VERKOR, ACC, AESC, MOVNTEC, SAFRAN, THYSSENKRUPP ELECTRICAL STEEL, SKYAZUR, CRITT-M2A, EREM, EEL ENERGY, EMOTORS, FLIPO RICHIR, ISOLECTRA MARTIN, JEUMONT ELECTRIC, MOV'NTEC, NOVARES, SPHEREA – EDF R&D, SADTEM, TIAMAT, WAVELY,, AUXEL AMPHENOL, DASSAULT – EOMYS, EDF, ENEDIS, MOTUL, NEXANS, NAVAL GROUP, RTE, SAFRAN, SCHNEIDER ELECTRIC, SNCF, THYSSENKRUPP ELECTRICAL STEEL, VALEO, SOMFY, ...

### Pôles, associations et clusters

#### ↪ Acteurs de filières

ARIA, AIF, Altytud, Déclic Mobilité

#### ↪ Pôles de compétitivité

i-Trans, Team2, EuraMaterials

#### ↪ Pôles d'Excellences régionaux et Technopoles

MEDEE, Euralogistic, EuraTechnologies, Railenium, Transalley

### Métropoles et communautés d'agglomérations

Métropole Européenne de Lille, Valenciennes Métropole, Communauté d'agglomération de Cambrai, Communauté d'Agglomération de la Porte du Hainaut, Communauté Urbaine de Dunkerque, Communauté Urbaine d'Arras, Communauté Artois Béthune Bruay Lys Romane, Agglomération de la Région de Compiègne, Grand Soisson.

## Informations

### Sébastien DROUART

Pôle MEDEE – Maîtrise Énergétique des Entraînements Électriques

Directeur opérationnel

EuraTechnologies | 165, avenue de Bretagne – 59000 Lille, France

06 22 06 06 57 | [sdrouart@pole-medee.com](mailto:sdrouart@pole-medee.com) | [www.pole-medee.com](http://www.pole-medee.com)