



# Electromobility+

SEPTEMBRE 2016

**Le développement de la mobilité électrique et son déploiement sont des priorités tant en France qu'en Europe. Pour atteindre cet objectif, la France s'est mobilisée dès la fin des années 2000, grâce à une forte implication du PREDIT, pour réunir les moyens de recherche européens, nationaux et régionaux. Fin 2009, cette démarche a abouti à la création de l'ERA-NET+ Electromobility+. Ce projet multilatéral, soutenu par le 7<sup>e</sup> Programme-Cadre de Recherche et Développement Technologique (PCRDT), a réuni 11 financeurs nationaux et régionaux (Allemagne, Autriche, Danemark, Finlande, France, Norvège, Pologne, Pays-Bas, Suède, Piémont, Flandres) et l'Union européenne. Au final, 18 projets ont été financés pour près de 20 millions d'euros. Ils couvraient des thématiques originales s'appuyant sur des approches socio-économiques afin de développer de nouveaux outils d'aide à la décision publique destinés à favoriser le développement de la mobilité électrique en Europe à l'horizon 2025-2030.**

## L'ERA-NET+ ELECTROMOBILITY+, UNE REPONSE EUROPEENNE AUX NOUVEAUX DEFIS ENVIRONNEMENTAUX ET ECONOMIQUES DE « L'APRES-PETROLE »

En mai 2008, la crise économique touche de plein fouet l'industrie, notamment l'automobile qui enregistre un effondrement des ventes. Parallèlement, la croissance du prix du pétrole, s'accélère. La crise des « subprimes » commence à faire sentir ses effets en Europe avec comme conséquence une contraction des budgets publics.

Ce contexte s'ajoute à une prise de conscience croissante des enjeux du changement climatique, marquant l'importance de la préparation de l'après-pétrole. La décision est alors prise par les pouvoirs publics de préparer l'après-crise. Pour cela, des pays européens choisissent d'unir leurs moyens et d'intensifier la recherche, l'expérimentation et le déploiement de systèmes de transport utilisant des véhicules plus économes en énergie et moins dépendants des carburants d'origine fos-

sile. L'énergie électrique constitue une solution potentielle de rupture peu émettrice de CO<sub>2</sub>, sous réserve que sa production soit durable. Pour autant, cette électrification des systèmes de transport suppose des conditions réglementaires, économiques et techniques partagées et pour lesquelles les pouvoirs publics ont un rôle majeur à jouer.

Les États et l'Union européenne reconnaissent l'enjeu et l'importance des efforts d'investissements dans la recherche et l'innovation. Le partenariat public - privé (PPP) European Green Cars Initiative PPP (EGCI) est alors lancé au sein du 7<sup>e</sup> PCRDT pour renforcer les atouts de la filière automobile européenne. Alors que les approches nationales se développent sur la mobilité décarbonée, (plan Véhicules décarbonés en France, plan Electromobilité en Allemagne, plan Ultra Low Carbon Vehicles au Royaume-Uni...), la Commission européenne émet, début 2009, le souhait de voir une coopération multilatérale conséquente entre Etats membres s'inscrire dans le cadre du PPP EGCI. Profitant de cette opportunité, plusieurs régions et États européens, réunis au sein de l'ERA-NET Transport II, rassemblent leurs efforts en vue d'une initiative de financement conjoint de projets de recherche dédiés à la mobilité électrique. L'ERA-NET+ Electromobility+ est officiellement lancé fin décembre 2010.

## ERA-NET : UNE REPONSE SPECIFIQUE POUR CONSTRUIRE L'ESPACE EUROPEEN DE LA RECHERCHE

Le dispositif ERA-NET a pour objectif de développer et de renforcer la coordination de programmes de recherche nationaux et régionaux en fournissant :

- un cadre et des financements aux acteurs gérant des programmes publics de recherche pour rendre plus efficace leur collaboration,
- dans certains cas, un soutien financier complémentaire aux acteurs nationaux ou régionaux choisissant de mettre des financements nationaux et/ou régionaux en commun pour

lancer des appels à projets conjoints. La Commission européenne apporte jusqu'à 50 % du financement initial des membres du consortium.

### ERA-NET+ ELECTROMOBILITY+, DES PRIORITES NATIONALES PARTAGEES POUR UN PROGRAMME DE RECHERCHE EUROPEEN AMBITIEUX

Le ministère français des transports, membre de l'ERA-NET Transport II, s'implique fortement dès 2009, pour définir une initiative transnationale sur la mobilité électrique. 10 pays décident de lancer un programme de recherche commun et jettent les bases d'Electromobility+. Proposé en 2010 à la Commission européenne (CE) dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD, il est retenu et démarre le 15 décembre 2010 pour une durée de 5 ans.

Il vise à préparer l'Europe de l'électromobilité à l'horizon 2025-2030 :

- par des recherches stratégiques ciblées sur les obstacles pouvant résulter des différences entre les pays et sur les pistes pour les abolir ou les surmonter : systèmes de production de l'énergie, modèles économiques pour les déplacements, réglementations, standards ou normes ;
- en soutenant des partenariats technologiques sur les éléments clés du système de l'électromobilité (stockage de l'énergie, chaîne de traction, électronique de puissance, systèmes de recharge).

Le montage est complexe et nécessite un pilotage fin du dispositif contractuel, qui s'étend sur 18 mois pour la gestion de l'appel à propositions et sur 42 mois pour la réalisation des projets.

La 1<sup>ère</sup> période, où la France a joué un rôle moteur, s'est concentrée d'abord sur le montage du consortium de financement international et l'élaboration, puis le lancement de l'appel à propositions avant la sélection des projets. Cette dernière étape a été menée avec une double approche nationale/régionale pour l'éligibilité des projets déposés, puis une évaluation scientifique au niveau européen, par les pairs, grâce à un panel d'experts indépendants.

5 thématiques structurent l'appel lancé fin 2010 :

1. Approche énergétique et environnementale ;
2. Usages, modèles économiques, acteurs ;
3. Aspects techniques des systèmes de recharge ;
4. Essais, standards et normes ;
5. Recherche technologique appliquée.

40 propositions ont été reçues. 18 projets ont été finalement financés donnant l'image définitive du consortium : 11 pays et régions, 19 partenaires et 15 programmes de recherche. Ces 18 projets et leurs résultats sont décrits sur le site internet : [electromobility-plus.eu](http://electromobility-plus.eu)

Quatre d'entre eux ont impliqué des équipes de recherche françaises et ont été soutenus par l'ADEME et le ministère de l'environnement pour un montant total de subvention supérieur à 1 M€.

### PROJETS SOUTENUS PAR LA FRANCE : DES PROJETS TECHNOLOGIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES

Le séminaire de restitution de recherches et de débat Mobilité électrique en Europe et transition énergétique - L'apport de 5 recherches transnationales soutenues par la France, organisé en avril 2015 au ministère de l'environnement a permis de présenter les résultats des 4 projets à financement français ([www.predit.prd.fr/predit4/actualite/47072](http://www.predit.prd.fr/predit4/actualite/47072)) :

**ABattReLife** – Leader Peugeot Citroën Automobiles ([www.abattrelife.eu](http://www.abattrelife.eu))

Partenaires : BMWA (DE), TNO (NL), KEMA Nederland B.V. (NL), Fraunhofer Institute for Silicate Research ISC (DE), Pôle Véhicule du Futur (FR), Technische Universität München (DE), Technische Universität Bergakademie Freiberg (DE), Université de technologie Belfort-Montbéliard (FR), Université de technologie de Troyes (FR)

Le cycle de vie des **batteries lithium-ion** des véhicules électriques tant en termes de solutions de recyclage que de solutions de seconde-vie des batteries a été étudié.

Les processus de dégradation ont été explorés pour obtenir des résultats quantitatifs, indispensables pour l'exploitation d'une seconde vie. Des solutions d'usage ont permis de mettre au point un processus de recyclage des batteries lithium. Une analyse du cycle de vie avec la prise en compte spécifique de la fin de vie a été réalisée, étudiant les différents modèles d'affaire associés aux scénarios de seconde vie. **Si elle semble à première vue prometteuse**, il n'en reste pas moins que de multiples paramètres, notamment le caractère embryonnaire du marché du véhicule électrique et la multiplicité des paramètres techniques **rendent difficile l'élaboration de modèles d'affaire stables**.

**EVREST** – Leader IFSTTAR ([www.evrest-project.org](http://www.evrest-project.org))  
Partenaires : Karlsruher Institut für Technologie (DE), Technische Universität Chemnitz (DE), Universität Stuttgart (DE), University of Natural Resources and Life Sciences, Institute for Transport Studies (AT), CNRS (FR), PEUGEOT Scooters (FR)

Ce projet a exploré le concept de **prolongateur d'autonomie pour véhicule électrique** en cherchant le meilleur compromis entre dimensionnement, attentes des utilisateurs et coût global. En comparaison avec les véhicules à batteries et les véhicules conventionnels, les prolongateurs d'autonomie (EREVS) ont montré un potentiel de moindre impact environnemental au long de leur cycle de vie. A partir de

plusieurs classes d'utilisateurs et différents prolongateurs d'autonomie, **plusieurs scénarios de mobilité électrique** ont permis de tester, grâce à des enquêtes de préférence, les attentes des utilisateurs et leur propension à investir dans de tels véhicules. Leur **part de marché** pourrait s'élever à plus de 16 % dans les pays étudiés (Autriche, Allemagne et France). Le **meilleur véhicule** aurait une **autonomie sur batterie de 100 km pour une autonomie totale de 300 km**.

**EV-STEP** – leader ARMINES ([www.ev-step.com](http://www.ev-step.com))

Partenaires : Société de Mathématiques Appliquées et de Sciences Humaines (FR), Universität Stuttgart (DE), Risø DTU, Technical University of Denmark (DK)

Une analyse stratégique à long-terme combinant développements technologiques et analyse macroéconomique de la mobilité électrique est à la base de ce projet.

Les véhicules électriques constituent une réponse technique adaptée aux objectifs énergétiques et environnementaux européens. Ils améliorent la sécurité, l'efficacité en énergie finale et réduisent les émissions. Toutefois, pour éviter une fuite de carbone ou d'efficacité vers l'amont de la chaîne énergétique, une approche systémique est nécessaire.

EV-STEP propose pour l'horizon 2030 un ensemble de modèles prospectifs détaillés pour l'évaluation technique et macroéconomique des véhicules.

Le modèle TIMES PanEU montre que **le développement des véhicules électriques hybrides interviendra au plus tôt en 2030, mais plus probablement vers 2050 du fait notamment du surcoût induit par les batteries**. Dans ce contexte, les objectifs nationaux apparaissent très ambitieux et nécessitent une forte action politique. Seul un scénario avec un objectif élevé de protection du climat permettrait de développer ce mode de transport pour atteindre une part de marché de l'ordre de 70 % au niveau européen.

Le modèle IMACLIM-P a ensuite été utilisé pour estimer les conséquences macro-économiques de la pénétration des véhicules électriques pour chaque mix énergétique issu du modèle. **Les conclusions montrent que la pénétration des voitures électriques est contrastée en fonction du mix énergétique retenu**.

L'incitation à passer au véhicule électrique n'est pas naturelle. Elle devra passer par une approche croisée mêlant incitations économiques, progrès techniques, modifications comportementales et forte action politique en faveur de la réduction des gaz à effet de serre.

**SCElecTRA** – leader IFP Energies nouvelles (projet. [ifpen.fr/Projet/jcms/xnt\\_79165/fr/scelectra](http://ifpen.fr/Projet/jcms/xnt_79165/fr/scelectra)).

Partenaires : IFP Energies nouvelles (FR), IFSTTAR (FR), KANLO Consultants (FR), European Institute for Energy Research (DE), PE International (AT).

Ce projet a étudié divers scénarios pour la mobilité élec-

trique à l'horizon 2025-2030.

Les bénéfices environnementaux des véhicules électrifiés ont été évalués, montrant l'importance de la phase de production des batteries dans ce bilan. Ceux-ci représentent **l'alternative la plus favorable** surtout sur les indicateurs de demande **en énergie primaire non renouvelable ou sur le pouvoir de réchauffement global**. Toutefois, leurs analyses de cycle de vie diffèrent des véhicules thermiques classiques, notamment pour l'autonomie ou la recharge des batteries.

**Les déterminants de la mobilité en Europe** (PIB par tête, prix des carburants,...) **n'ont pas le même impact partout**. Les politiques favorisant le déploiement des véhicules électrifiés ont été identifiées (programmes de mise à la casse ou de subventions) à travers la mise en œuvre de 64 scénarios centrés sur le transport.

Dans les cas les plus optimistes, la part de marché de ces véhicules pourrait atteindre 30% du marché automobile, 20% dans les cas plus réalistes, répartis entre environ 10% pour les hybrides rechargeables et 10% pour les véhicules électriques. Pour ce déploiement, **le développement de l'infrastructure de recharge** semble être un **pré-requis indispensable**. Les Etats devraient se concentrer sur les programmes de mise à la casse et les subventions pour abaisser le coût de ces véhicules, objectif ambitieux de limitation du changement climatique.

Ces éléments ont été modélisés dans un outil libre de droit principalement au support des décisions économiques et politiques : <http://vedaviz.com/Portal/Playground.aspx?p=Scelectra02Jun15&g=1a3c15>.

### 3 DOMAINES A ENJEUX POUR UNE DIVERSITE DE PROJETS D'ELECTROMOBILITY+

Les enjeux **socio-économiques** ont été traités dans le cadre d'études.

**COMPETT** (Transportökonomisk Institut) : conditions du développement des véhicules électriques dans les villes.

**DEFINE** (IHS) changements du paradigme de la mobilité d'un système individuel avec carburants fossiles vers l'électromobilité : évaluation des coûts économiques globaux en Autriche, Allemagne et Pologne.

**eMap** (BAST) : scénarios sur le potentiel des marchés, l'évaluation associée et les options politiques afférentes.

**E-FACTS** (Régie des transports publics de Francfort sur le Main) : alternatives d'électromobilité individuelle et collective dans les transports urbains.

**SELECT** (DLR) : évaluation du potentiel de l'électromobilité dans les zones urbaines pour les transports commerciaux.

Mais aussi **EV-STEP** et **SCElecTRA**, mentionnés précédemment.

- **K-VEC** (Sequoia Automation Srl) : systèmes de charge rapide à base de supercapacités pour les bus.

- **MaLiSu** (Fraunhofer IWS) : prochaine génération de batteries LiS à base de nanomatériaux.

- **MATLEV** (Université de Technologie de Varsovie) : nouveaux matériaux et composants génériques allégés pour un véhicule électrique à faible émission.

Les **stratégies technologiques** ont été élaborées dans le cadre des projets.

**CACTUS** (Ifak Magdeburg) : modèles et méthodes pour une utilisation optimisée des batteries de bus électriques.

**DAME** (Enexis BV) : méthode de modélisation orientée agent pour l'intégration de l'électromobilité dans les réseaux de distribution électrique.

**EVERSAFE** (VTI) : recommandations pour les exigences de sécurité qui s'appliquent aux véhicules électriques.

**NEMO** (KEMA Netherland BV) : suite d'outils de dimensionnement de réseaux électriques avec de grands volumes de véhicules électriques.

**Speed for SMEs** (LB Engineering) : solutions techniques et économiques pour véhicules et infrastructures de charge.

Mais aussi **ABattReLife** et **EVREST**.

### UNE VOLONTE COMMUNE DE POURSUIVRE LA COLLABORATION TRANSNATIONALE : LE PROGRAMME «ERA-NET COFUND»

La conférence finale de Electromobility+, organisée à Berlin en mai 2015 et rassemblant près de 150 participants, a mis en exergue l'intérêt d'un tel dispositif tout en faisant le point sur les enjeux de la mobilité électrique en 2015. Si le marché du véhicule électrique semble sortir de l'état embryonnaire en Europe, les dernières projections de part de marché restent en-deçà des objectifs cibles fixés il y a quelques années.

Le programme de travail Transport 2016-2017 d'Horizon 2020 comprend un appel dédié à un projet d'ERA-NET Cofund relatif à la mobilité électrique. Le consortium Electric Mobility Europe (EMEurope), auquel participe le MEEM, a répondu à cet appel. Il est composé de 23 partenaires de 17 pays et régions : Allemagne, Autriche, Biélorussie, Danemark, Espagne, Finlande, Israël, Italie, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume Uni, Suède, Turquie ainsi que le Bade-Wurtemberg, les Hauts-de-France et le Piémont.

Ce projet a été retenu. L'appel conjoint entre les partenaires, objectif principal de cet ERA-NET, pourrait être lancé fin 2016, les projets devant commencer à la fin de 2017 ou au début 2018. La Commission européenne apportera alors un financement complémentaire de 20% en plus des fonds mobilisés par les Etats participant au projet.

Enfin, la **R&I** a été développée par les projets :

- **FCCF-APU** (Fraunhofer ICT) : pile à combustible comme auxiliaire de puissance pour un véhicule électrique utilitaire urbain.

**Directrice de la publication** : Laurence Monnoyer-Smith, commissaire générale au développement durable  
**Rédaction** : Michel Pasquier et Yannick Autret (DRI)  
**Dépôt légal** : septembre 2016

**Impression** : SG/SPSSI/ATL2 utilisant du papier issu de forêts durablement gérées.

## commissariat général au développement durable

Direction de la recherche de l'innovation  
Tour Séquoia  
92055 La Défense cedex

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

