



# ELEC'TRA

*Concept de mobilité transfrontalière pour réduire les déplacements individuels dans la Grande région en favorisant les solutions d'électromobilité complémentaires aux transports en commun*

*Ce projet est cofinancé par le fonds européen de développement régional dans le cadre du programme Interreg IVA Grande Région*



## SITUATION DE DÉPART DU PROJET

A l'intérieur de la Grande Région, les trajets transfrontaliers quotidiens de navetteurs ont concerné 210 000 personnes en 2014. 160 000 travailleurs commutent avec le seul Luxembourg. Les trajets transfrontaliers dans la Grande région représentent ainsi un quart de ceux observés dans l'Europe des 28. L'autre pôle important d'attractivité est la Sarre, et plus particulièrement Sarrebruck, sa capitale. Ces flux de circulation génèrent un trafic de véhicules considérable, impactant durablement les axes de circulation principaux et conduisant à la saturation du réseau routier en direction de Luxembourg en raison d'un recours croissant à la mobilité individuelle. Les usages des travailleurs frontaliers constituent un facteur d'incertitude important. Si les informations concernant le nombre et le lieu de résidence sont disponibles, rien n'existe sur les destinations professionnelles, les trajets et les modes de transport utilisés. Une analyse détaillée était dès lors prérequis et une grande enquête devant permettre une compréhension approfondie du comporte-

ment et des usages des navetteurs devait être engagée.

L'objectif principal du projet est de contribuer à la réduction du trafic et des émissions polluantes, en développant un concept innovant de mobilité transfrontalière durable s'appuyant sur l'électromobilité en complément des transports en commun, tout en assurant une interopérabilité garantie entre les trois pays. Le concept repose sur la constitution de plateformes de mobilité (eHubs) permettant le basculement d'un mode de transport privilégiant l'électromobilité vers les transports en commun et vice-versa.

3 actions ont été engagées :

- ✿ Etudier une chaîne de mobilité transfrontalière intelligente assurant les liaisons entre les transports individuels et les transports en commun et intégrant l'électromobilité
- ✿ Configurer les plateformes d'échange multimodales (eHubs) et élaborer un schéma transfrontalier d'après les enquêtes d'usage et sur les axes de circulation ciblés
- ✿ Développer une stratégie de gestion des plateformes d'échange multimodales (eHubs) et définir l'environnement nécessaire à leur interopérabilité

Sur les 4 axes principaux de circulation :

- ✿ Metz – Thionville – Luxembourg
- ✿ Trèves – Luxembourg
- ✿ Merzig – Luxembourg
- ✿ Forbach – Sarreguemines – Sarrebruck

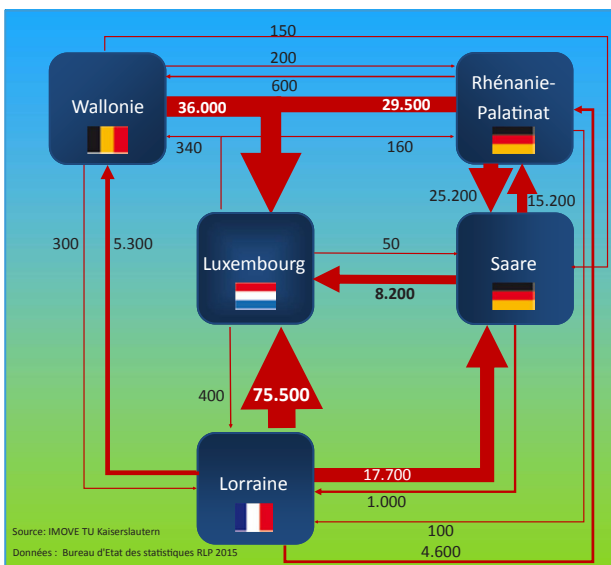


Figure 1: Navetteurs dans la Grande Région 2014

## RECUEIL D'INFORMATIONS

De nombreuses informations concernant les travailleurs frontaliers et leurs déplacements n'étaient pas disponibles. Il manquait en particulier les informations concernant l'utilisation des moyens de transport, individuels ou collectifs, ainsi que la répartition des flux de navetteurs au cours de la journée.

De la même manière, nous ne disposons pas de données concrètes sur les trajets en général, les étapes intermédiaires, les préférences, la finalité des trajets transfrontaliers, ainsi que sur la perception de l'électromobilité. Pour cette raison, il était tout d'abord nécessaire d'analyser de plus près dans la région étudiée le comportement des navetteurs face à la mobilité. L'enquête qui en a découlé dans le cadre du projet « Elec'tra » était la première enquête au niveau de la Grande Région portant sur l'analyse, dans toute ses dimensions, du comportement et des attentes des navetteurs transfrontaliers.

Dans le même temps, la connaissance des

employeurs représente un autre point clé car ils peuvent exercer une influence directe sur le comportement de leurs employés navetteurs pour la circulation. A cet égard et pour la suite du projet, il convenait d'élucider ce qui se rapporte à la gestion de la mobilité professionnelle. A partir des résultats fournis par les études, l'accent spatial a été mis sur les quatre axes de circulation choisis pour le projet.

De surcroît, il en est ressorti que les questions de recherche devaient porter sur les objectifs supérieurs suivants :

1. Où un eHub est-il pertinent?
2. Quels sont les fonctions et les services qu'un eHub devrait offrir?
3. Quelles sont les attentes / les sensibilités des navetteurs ?
4. Quelles sont les conditions-cadres nationales (en politique, dans le domaine de l'économie, en matière d'organisation et de loi)?
5. Quels sont les acteurs principaux et quels sont leurs intérêts?

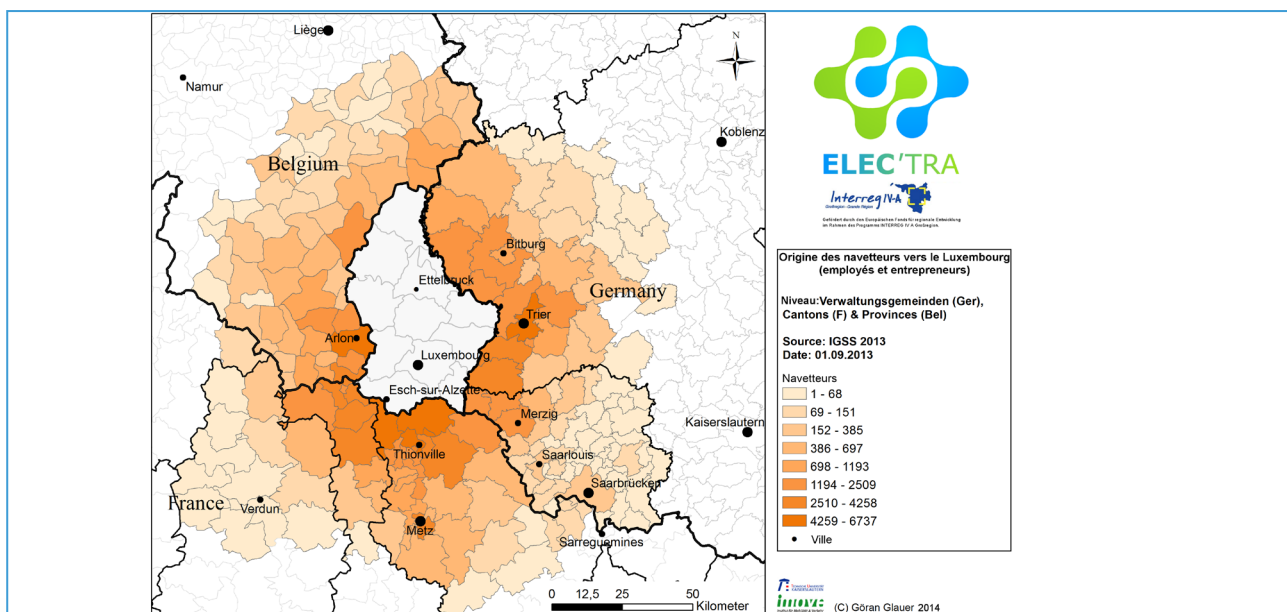


Figure 2: Origine des navetteurs

## ENQUÊTE AXES 1 À 3 (CONVERGENCE VERS LE LUXEMBOURG)

### Indicateurs

Les partenaires du projet ont reconnu que pour clarifier les questions ayant trait à la recherche, il était nécessaire de procéder à une enquête auprès des navetteurs et des entreprises. Il a donc fallu se mettre d'accord avant l'enquête sur les indicateurs pouvant exercer une influence sur les questionnaires et dans le cadre d'une procédure de coopération. Le premier questionnaire visait les navetteurs, le second les 120 entreprises les plus grandes, en se référant à la proportion de navetteurs.

### Détermination de la population

Pour identifier la population se trouvant le long des trois premiers axes, il a été élaboré un modèle d'accessibilité en plusieurs étapes. Celui-ci comporte en tant que première étape, la délimitation des lieux d'habitation des navetteurs au 31 décembre 2013. Les autoroutes ont été prises com-

me référence en considérant un corridor s'étendant à 15 km de chaque côté ou tout point d'accessibilité par la route en moins de 15 minutes en tant que délimitation supplémentaire. Comme dernier filtre, la taille des communes a été prise en compte, ainsi que la répartition de leur population.

La population ainsi déterminée a été néanmoins encore délimitée par deux filtres:

- celle en âge de travailler comprise entre 16 et 65 ans, classée selon la distribution en âge du groupe-cible
- celle classée en fonction de la distribution du groupe-cible au regard de l'importance de la population dans les communes de résidence

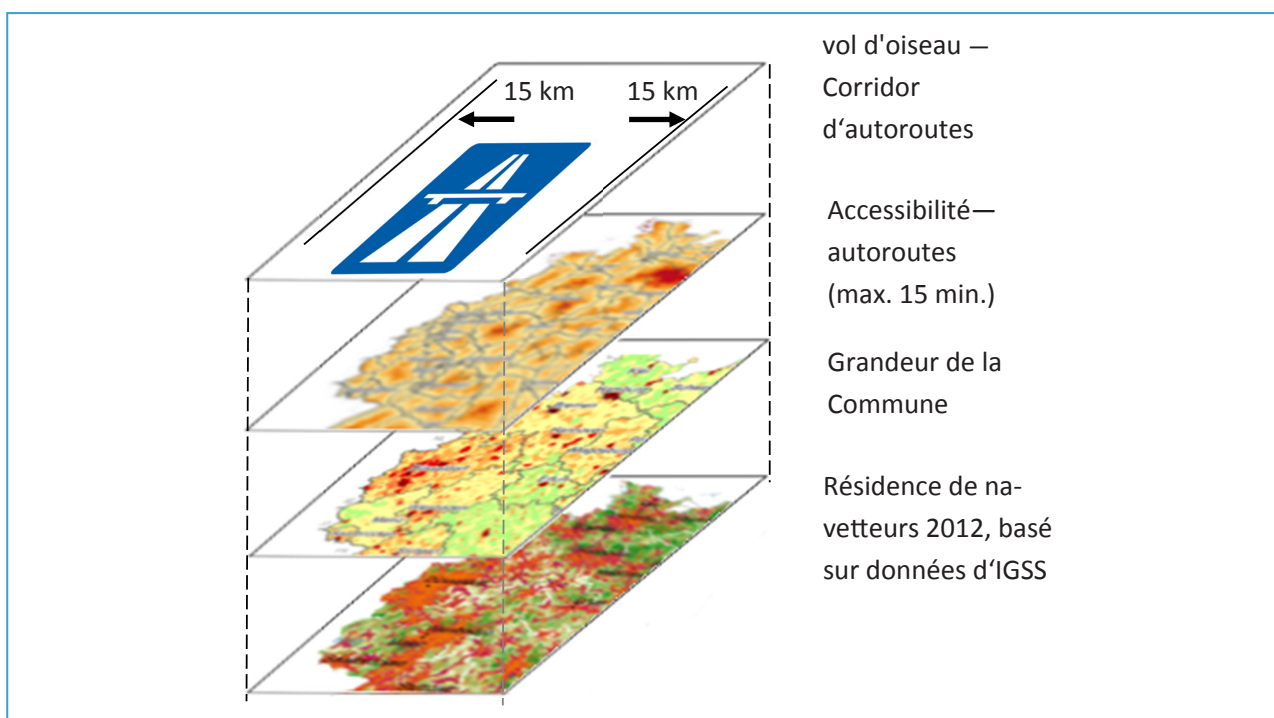


Figure 3: Modèle d'accessibilité

## RÉSULTATS AXES 1 À 3 (CONVERGENCE VERS LE LUXEMBOURG)

L'enquête à laquelle 7.045 personnes ont participé en France et en Allemagne a été réalisée au cours de la période allant du 18 septembre 2014 au 1er novembre 2014. Si l'on excepte les 67 personnes ayant déménagé, les navetteurs interviewés se répartissent selon les divers axes comme suit :

- ✿ Axe Metz – Luxembourg :  
4.487 navetteurs
- ✿ Axe Trèves – Luxembourg :  
1.517 navetteurs
- ✿ Axe Merzig – Luxembourg :  
974 navetteurs

Comme l'échantillon initial avait été extrait du Registre des assurances sociales du Luxembourg (IGSS), il a fallu respecter la législation luxembourgeoise et l'intégralité des directives de la Commission Nationale pour la protection des données du Grand-Duché du Luxembourg (CNPD).

Dans les résultats importants qui suivent, il a été fait exclusivement référence aux 4 528 navetteurs ayant indiqué que la voiture était leur mode de transport principal, covoiturage compris.

### Horaires

Les horaires au cours desquels ont lieu les déplacements du domicile au lieu de travail s'étendent sur la période de 5 à 8 heures le matin, la période qui couvre le chemin du retour étant plus étendue et se situant entre 14 et 19 heures. Il y a de même une forte proportion de navetteurs indiquant des horaires variables pour leur trajet retour, soit en raison d'heures supplémentaires, soit du travail en équipe.

### Raisons de l'utilisation de la voiture:

La question portant sur l'utilisation de la voiture a reçu plusieurs réponses. Les plus fréquentes étaient la souplesse qu'offre la

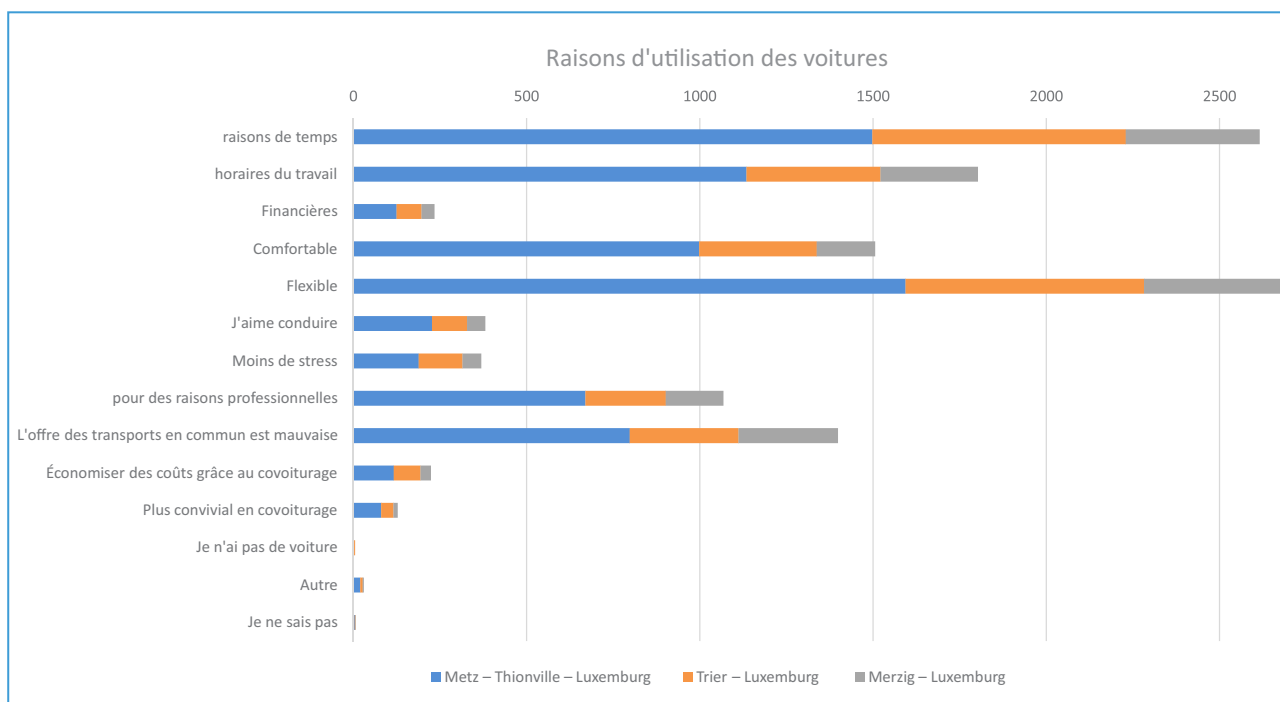


Figure 4: Raisons de l'utilisation des voitures

## RÉSULTATS AXE 1-3

voiture, les aspects temporels, mais aussi que les horaires des transports publics ne correspondaient pas aux horaires de travail. Dans ce cas, il peut s'agir des horaires pour se rendre en voiture entre deux points ou encore des horaires de départ et d'arrivée dans les gares / les arrêts. Pour environ 70 % des personnes interrogées faisant la navette en voiture, les places de parking sont gratuites au Luxembourg.

### Raisons et contraintes du déplacement pendulaire:

Pour ce qui est de la question portant sur les raisons principales pour les déplacements pendulaires, la connaissance retirée des analyses croisées a pu être affirmée. Reposant sur des questions multiples, l'option « meilleures possibilités de rémunération » a reçu l'approbation de 53 % des personnes interrogées, de même 41 % des personnes interrogées ont indiqué que les logements étaient trop chers au Luxembourg. Le déplacement pendulaire en tant que tel est ressenti par les navetteurs sur l'axe français comme nettement plus contraignant que

celui qui conduit de l'Allemagne vers le Luxembourg.

### Utilisation de voitures électriques dans l'avenir

Qu'est-ce qui doit changer pour que l'on utilise une voiture électrique ? L'approbation la plus grande atteignant 50 % a été attribuée à l'option d'une amélioration de l'autonomie. Ensuite, il faudrait que le prix des véhicules baisse. En ce qui concerne l'infrastructure nécessaire, 29 % pensent qu'il faudrait disposer de davantage de bornes de charge. Pour conclure, il a été demandé aux navetteurs quel moyen principal de transport ils utiliseraient pour faire la navette si les inconvénients cités auparavant étaient supprimés. Il en est ressorti que sur les trois axes considérés, environ 30 % des navetteurs circulant actuellement en voiture changeraient complètement pour voyager dans les transports en commun, mais près de 20 % voyageraient également volontiers en co-voiturage. Toutefois encore près de 30 % continueraient à utiliser la voiture individuelle.

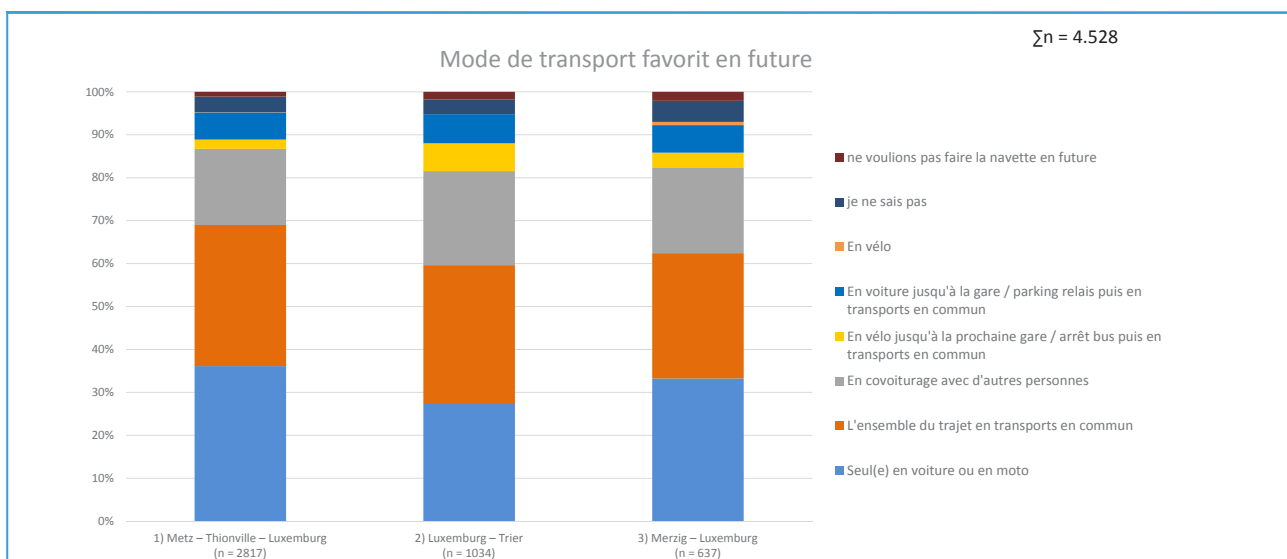


Figure 5: Mode de transport favori dans le futur

## RÉSULTATS AXE 4 (FORBACH – SARREGUEMINES – SARREBRUCK)

Dans le cadre du projet de recherche ELEC'TRA, l'axe pendulaire Forbach-Sarrebruck-Sarreguemines a également été examiné. Ce quatrième axe joue un rôle particulier dans la mesure où, dans le cadre de l'étude des navettes transfrontalières et par absence des adresses et des préoccupations de protection des données en comparaison avec les trois autres axes, il n'y a pas eu d'enquête. Cependant des connaissances ont pu être acquises à partir des enquêtes de l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques) datant de l'année 2010, ainsi qu'à l'aide d'une enquête qualitative datant de 2014 et réalisée par l'infas (Institut des sciences sociales appliquées S.A.R.L.). Les données statistiques montrent que les lieux de domicile des navetteurs frontaliers travaillant à Sarrebruck figurent dans les communes suivantes : Stiring-Wendel (13%), Forbach (11%), Sarreguemines (11%), Grosbliederstroff (5%), Spichern (5%), Alsting (4%), Petite-Rosselle (4%) et Schoeneck (3 %). Plus de 92 % de ces navetteurs utilisent leur voiture pour se rendre au travail, 5 % seulement les transports publics. Ce résultat se retrouve aussi dans l'enquête qualitative : il est clair que cet axe est très marqué par la circulation individuelle et que du côté des navetteurs frontaliers cette mobilité donne tout à fait satisfaction. Ceci est à rapporter, entre autres, à l'éloignement relativement faible entre le lieu du domicile et le lieu de travail (13 km en moyenne) ainsi qu'à l'infrastructure routière bien développée et comportant peu d'obstacles à la circulation. Cependant ces enquêtes sont l'indication que l'offre concernant des modes alternatifs de transport gagnerait à être améliorée le cas échéant.

Ainsi par exemple, la moyenne fédérale allemande du taux d'utilisation des transports publics s'élève à 15 %. Le projet de recherche ELEC'TRA a pour objectif de réfléchir à des solutions durables pour la mobilité des navetteurs frontaliers. Les trois graphiques qui suivent représentent un essai de proposition d'améliorations fondamentales avec des approches de conception diverses aux fins d'amélioration. Ceci étant, la solution optimale serait la complémentarité des trois concepts. L'idée de base est d'améliorer respectivement les premiers et / ou les derniers kilomètres en des points attractifs (eHubs). Il peut s'agir d'arrêts d'autobus, d'arrêts de la Saarbahn ou de places de parking dédiées au co-voiturage où il serait possible de changer de véhicule. Les modes de transport à mettre en œuvre doivent satisfaire tous les besoins en mobilité et tous les souhaits. Par exemple, outre une amélioration des transports publics (liaison, cadence et billetterie), ainsi qu'une constitution plus forte du covoiturage, les véhicules électriques (privés ou en autopartage) pourraient apporter une contribution.

Les trois graphiques qui suivent s'entendent comme étant des schémas de mobilité de principe afin de regrouper les flux des navetteurs :

# RÉSULTATS AXE 4

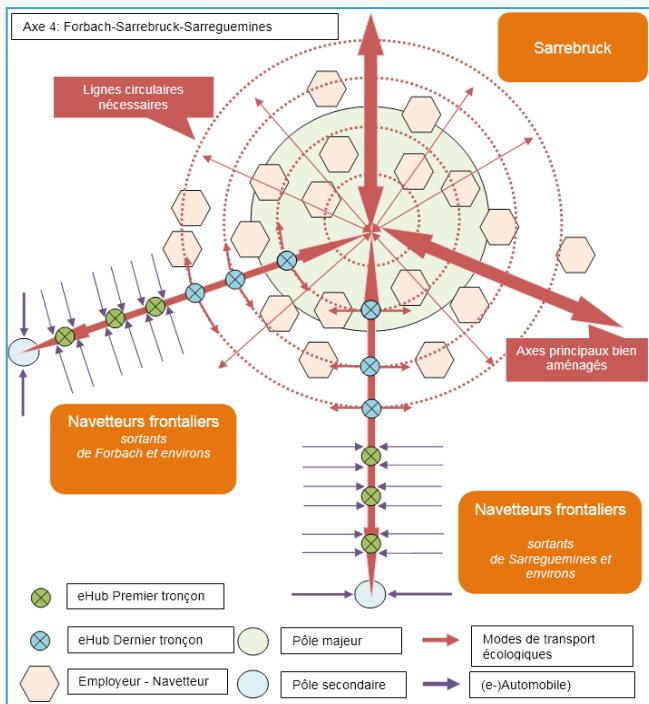


Figure 6: Concept de mobilité N° 1 : Mutualisation des navetteurs par des trajets de TC et pôle d'échange/eHubs (Source: IZES GmbH)

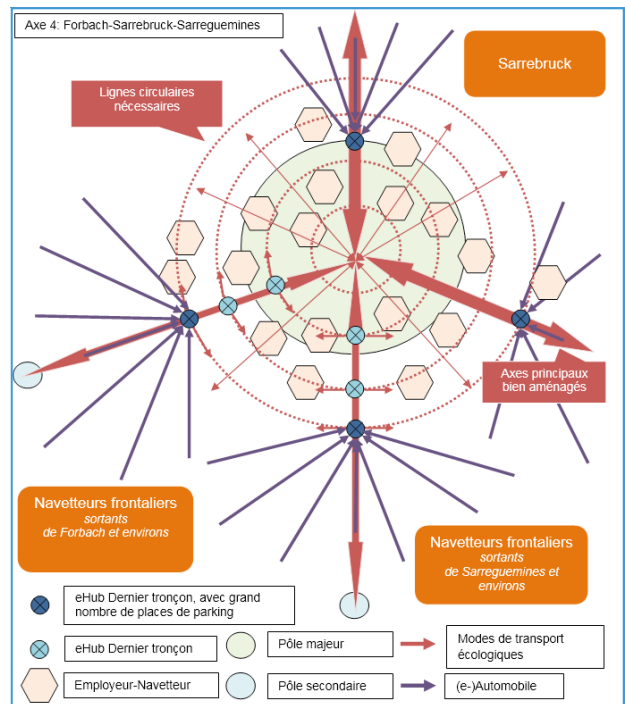


Figure 7: Concept de mobilité N° 2 : Mutualisation des navetteurs par des trajets de TC et pôle d'échange/eHubs dans la périphérie de Sarrebruck (Source: IZES GmbH)

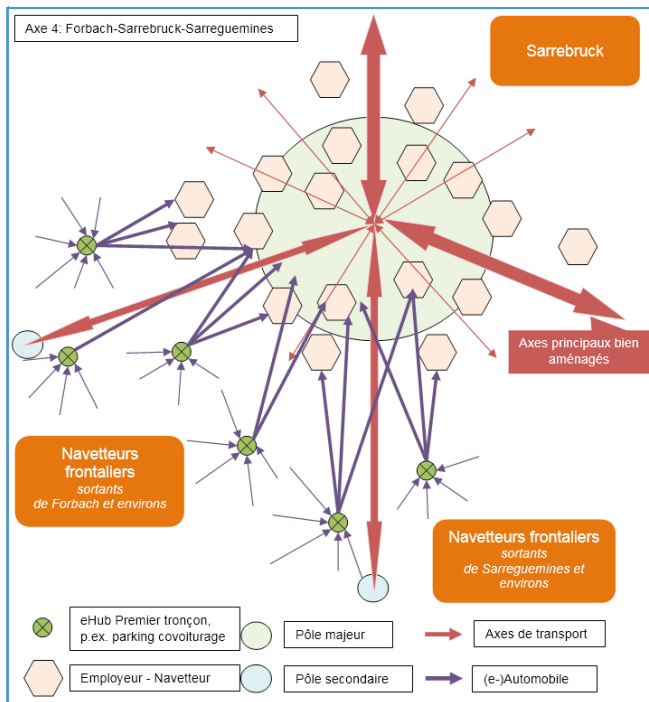


Figure 8: Concept de mobilité N° 3 : Mutualisation des navetteurs par covoiturage à l'aide des parcs relais/eHubs (Source: IZES GmbH)



## ACTION 2 ET 3: concept de eHub, dimensionnement et simulations

Dans le travail effectué dans le cadre de l'action 2, la localisation possible et le dimensionnement des eHubs peuvent être déterminés. A cet effet, un système de soutien à la décision comprenant un outil de simulation du trafic et de l'estimation de l'énergie nécessaire a été établi. Le simulateur de trafic prend en charge différents modes de transport tels que les transports en commun, le covoiturage, l'autopartage, les voitures personnelles et la marche à pied. Les données d'entrée pour le système d'aide à la décision sont issues, entre autres, des résultats de l'enquête obtenus dans le

cadre de l'action 1. La procédure détaillée de la localisation et du dimensionnement des eHubs est montrée dans la figure suivante.

Les résultats obtenus sont par exemple:

- ❁ Configuration optimale pour chaque eHub: dimension, la taille du parking, l'emplacement ... etc.
- ❁ Un plan de charge journalier pour chaque véhicule électrique
- ❁ Le besoin en énergie du eHub

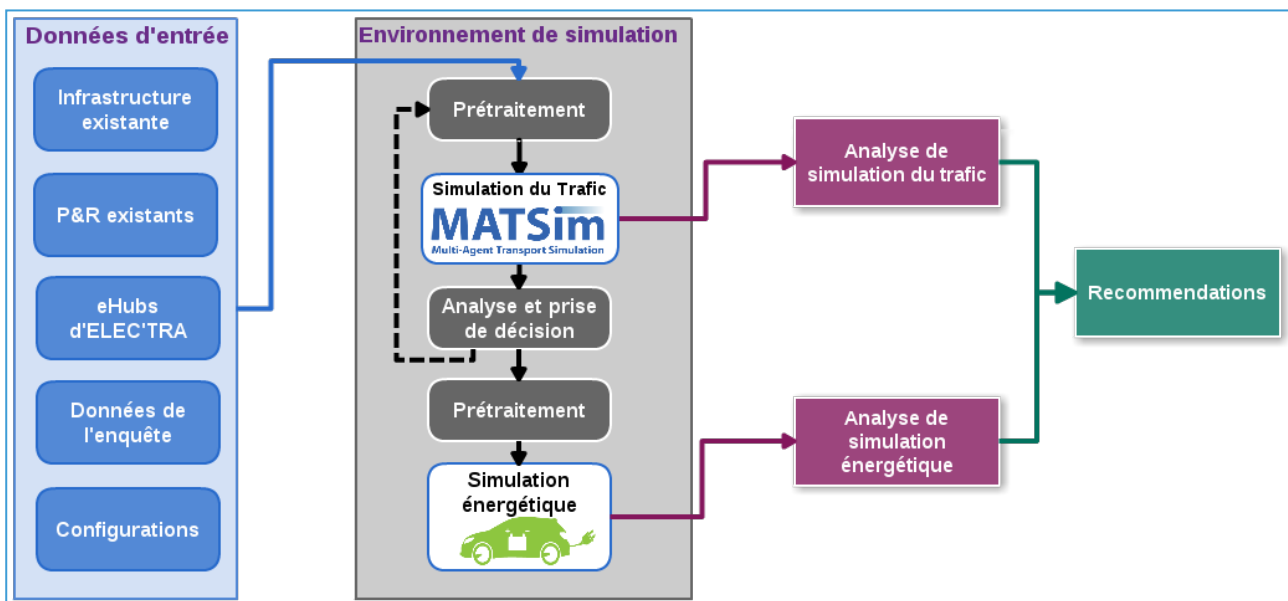


Figure 9: Localisation et dimensionnement des eHubs



Figure 10: Design possible des eHubs

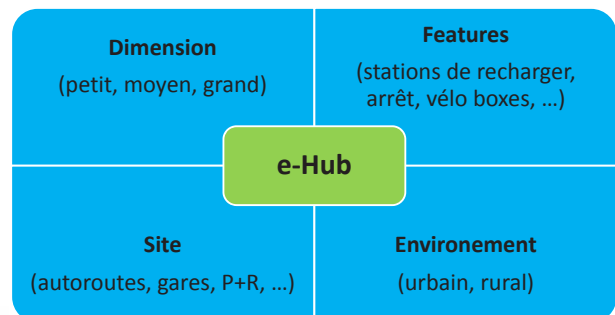


Figure 11: Modules des eHubs

# SIMULATIONS

Dans le cadre de l'action 3, les outils de simulation de l'action 2 ont été améliorés pour un concept de gestion interopérable et modulaire. Le système de gestion intégré comprend la gestion de l'énergie, du stationnement et de la flotte. L'objectif principal de la gestion de la flotte est de garantir la disponibilité des voitures électriques et ce, avec la prise en compte d'un ensemble de contraintes de recharge. Le rôle du système de gestion de l'énergie du parking est d'affecter les voitures à des places de stationnement ainsi que le pilotage de la recharge des voitures électriques afin de permettre un fonctionnement optimal du réseau électrique.

Le graphique suivant représente le flux de voitures électriques entre les eHubs. Un eHub à Thionville est pris pour exemple. Le flux est représenté par une ligne de couleur en fonction de sa densité: vert pour faible densité, (moins de 10 VE), orange pour une densité moyenne (entre 10 et 50 VE) et rouge pour forte densité (supérieure à 50 VE). Ce graphique montre également les entrées et sorties de voitures (personnelles et VE) pendant la journée.

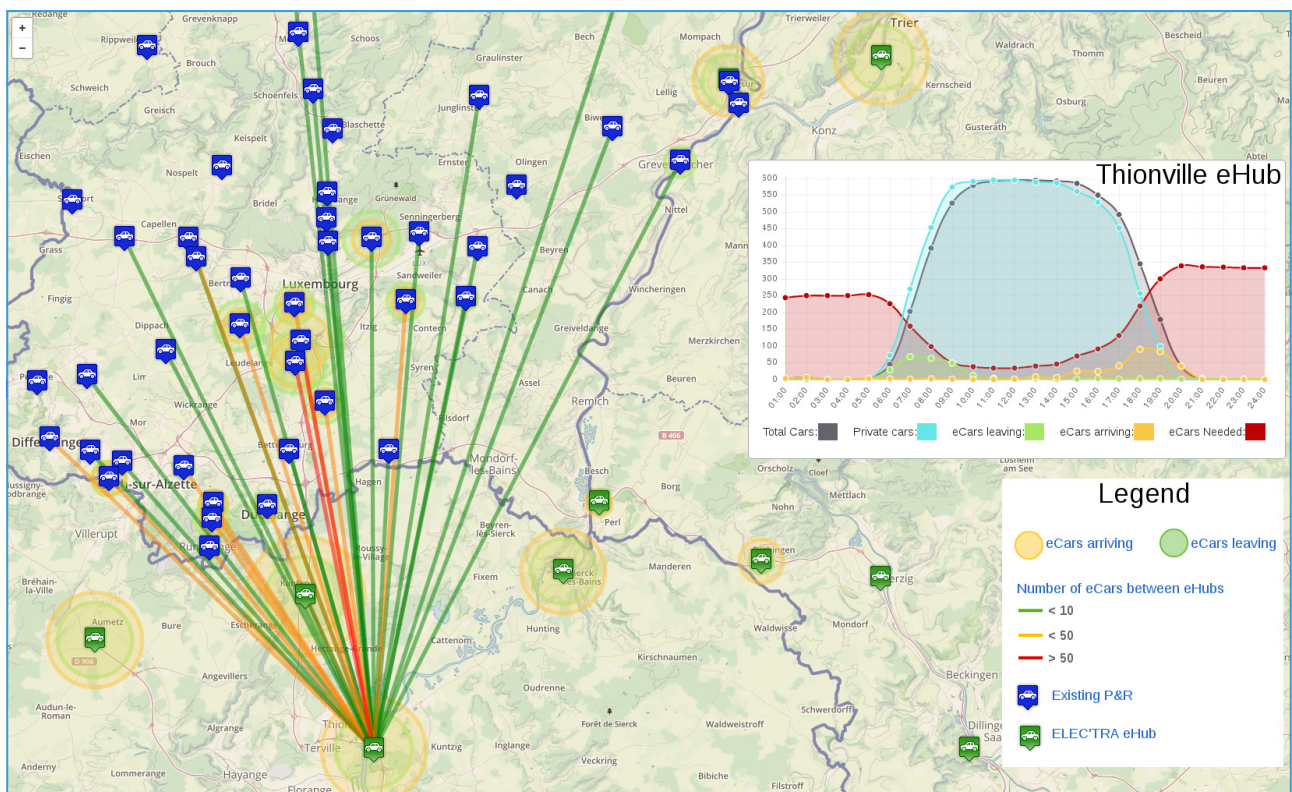


Figure 12: Vue d'ensemble détaillée

## PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DU PROJET

---

Les enquêtes d'usage réalisées ont permis de recueillir les informations sur les modes de déplacement et les attentes de 7.045 personnes représentatives des 55.000 navetteurs concernés par les 3 axes convergent vers le Luxembourg.

A la suite de l'analyse des résultats de ces enquêtes et grâce aux simulations entreprises à partir des outils « eFleet Management », « eParking Management » et « eEnergy Management », les principaux enseignements du projet ayant pu être dégagés sont les suivants :

- ✿ Il existe un potentiel élevé de report vers les transports en commun
- ✿ Il existe un potentiel élevé pour le covoiturage avec des solutions d'électromobilité
- ✿ Le nombre de véhicules électriques nécessaire sur un parc relais n'est pas le même le matin et le soir, du fait de la distorsion des horaires de départ et de retour
- ✿ La proximité immédiate des eHubs aux accès autoroutiers et autres points nodaux est favorable à la fluidification du trafic
- ✿ La mise en œuvre du service « Elec'Tra » avec le plein potentiel d'utilisateurs permettrait de réduire le nombre de voitures et ainsi de fluidifier la circulation

### *Principales recommandations*

Sur la base de la plus grande enquête réalisée sur les navetteurs de la Grande Région et grâce à une approche scientifique et concertée, le travail d'analyse et de simulation conduit dans le cadre du projet permet

d'effectuer des recommandations en matière de :

- ✿ Localisation des eHubs par zone géographique suivant les axes étudiés
- ✿ Dimensionnement des eHubs en termes de nombre de places de véhicules électriques
- ✿ Quantité et gestion de l'énergie nécessaire par eHub

### *Les suites du projet Elec'Tra*

Les suites possibles au projet Elec'Tra pourraient s'insérer dans le cadre du programme INTERREG V-A Grande Région avec un élargissement aux territoires non associés au projet. Il conviendrait pour cette suite du projet de :

- ✿ Compléter les enquêtes d'usages et optimiser les outils de simulation « eFleet Management », « eParking Management » et « eEnergy Management »,
- ✿ Déterminer le cadre juridique d'un projet international de déploiement des eHubs,
- ✿ Identifier les sources possibles de financement à partir d'un modèle d'affaire à établir,
- ✿ Valider la connectivité avec les transports publics.

## PARTENAIRES



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère du Développement durable  
et des Infrastructures



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM  
DES INNERN, FÜR SPORT  
UND INFRASTRUKTUR



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR  
WIRTSCHAFT, KLIMASCHUTZ,  
ENERGIE UND  
LANDESPLANUNG



ELEC-TRA

[www.elec-tra.eu](http://www.elec-tra.eu)

Ce projet est cofinancé par le fonds européen de développement régional dans le cadre du programme Interreg IVA Grande Région



Imprimé par :

Conseil Départemental de la Moselle

Hôtel du Département  
1 rue du Pont Moreau

C.S. 11096

57036 METZ

Cedex 1

[francois.tanguy@moselle.fr](mailto:francois.tanguy@moselle.fr)