

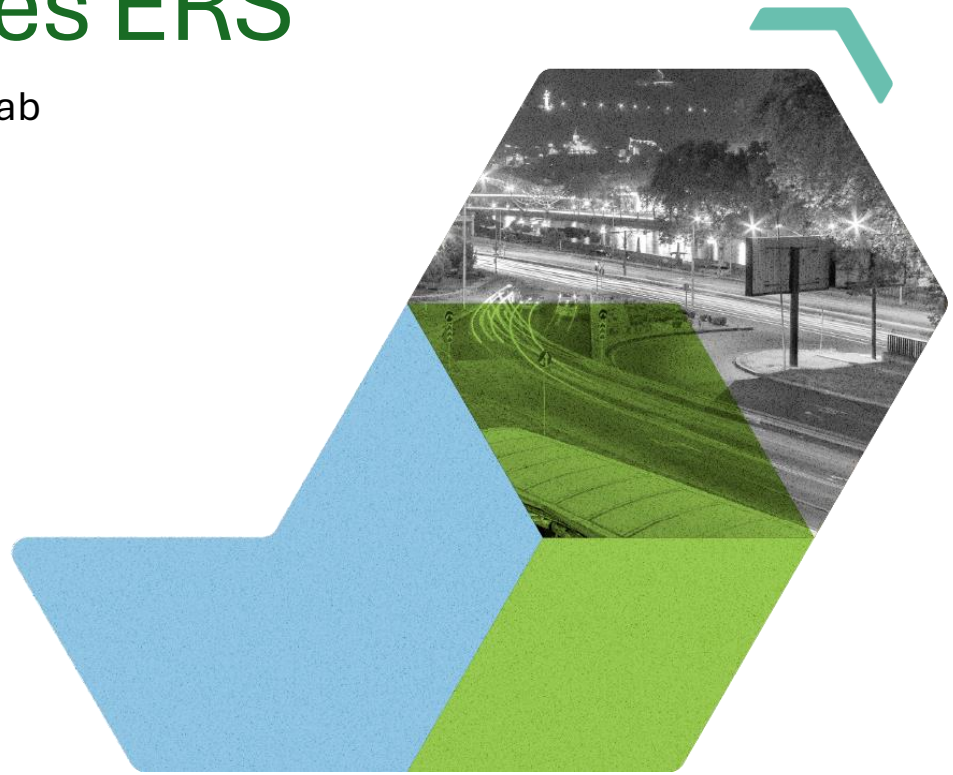
CONGRÈS DE L'IDRRIM
INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

en collaboration avec les
7èmes RENCONTRES NATIONALES DES GESTIONNAIRES DE ROUTES

idealCO
LA PLATEFORME COLLABORATIVE DE LA SPHÈRE PUBLIQUE

Évaluation technico-économiques des ERS

Pierrick DAVAL : EMob-Lab



Université Gustave Eiffel

SOMMAIRE

CONGRÈS DE L'IDRRIM
INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ
en collaboration avec les
7èmes RENCONTRES NATIONALES DES GESTIONNAIRES DE ROUTES
idealCO
LA PLATEFORME COLLABORATIVE DE LA SPHÈRE PUBLIQUE

1 Objectifs des études

2 Analyse microéconomique des ERS

Benezech Vincent, Combes François, Koning Martin (SPLOTT)

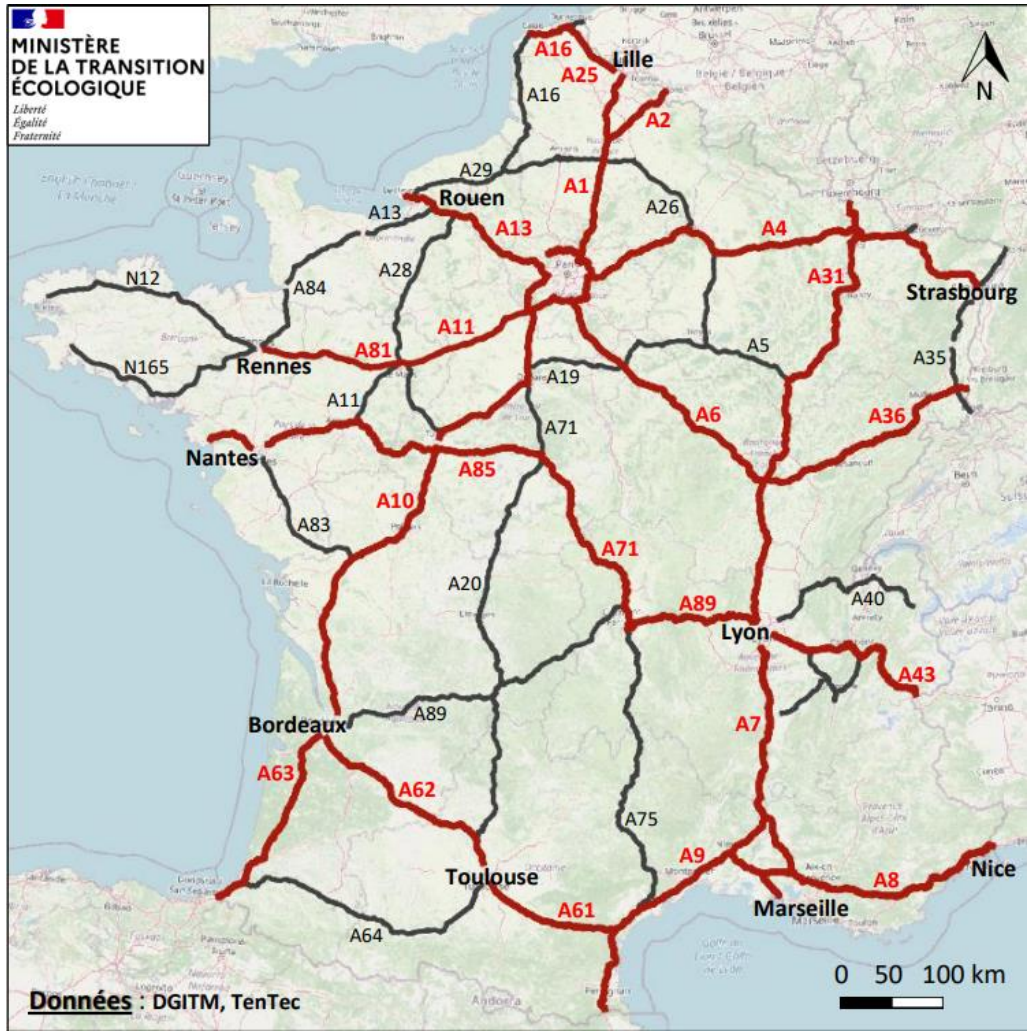
3 Étude et optimisation énergétique des ERS

01

Objectifs des études

Objectifs des études

- Développement de modèles économiques et énergétiques de l'ERS
- Évaluation du passage à l'échelle des ERS
- Aide à la prise de décision



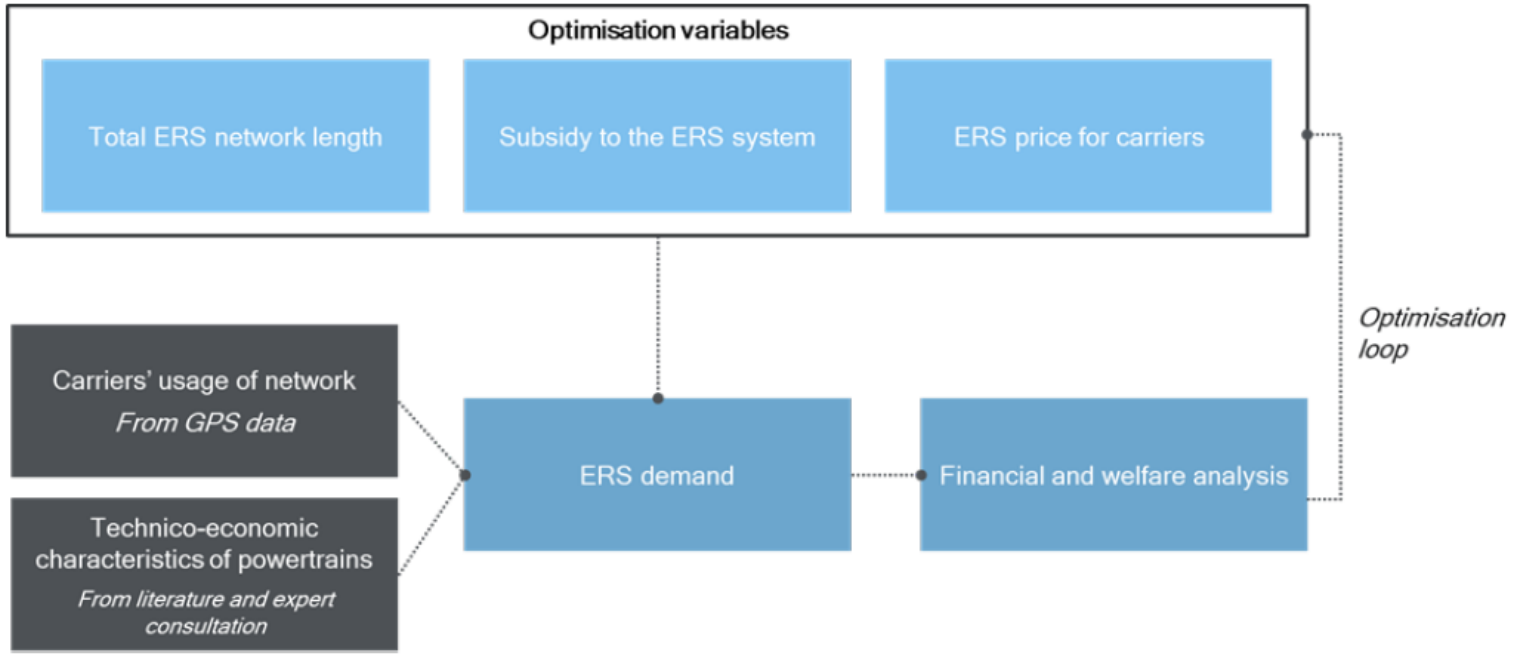
02

Analyse microéconomique de l’ERS

Analyse microéconomique des ERS

Approche méthodologique

- Le choix du type de PL par les transporteurs repose sur le « coût total de possession » (TCO)
- **La relation entre TCO d'un PL ERS et la taille du réseau ERS est calibrée avec des données GPS sur les trajets de PL**
- L'architecture du modèle permet de trouver les équilibres de marché et l'optimum collectif pour une **variété d'environnements politiques et économiques**



D'un point de vue économique, les ERS impliquent un arbitrage entre gains variables de TCO et coûts fixes liés au réseau

Il faut considérer l'ensemble des activités des PL, par uniquement des trajets isolés (notamment le % des distances annuelles sur autoroutes)

Analyse microéconomique des ERS

Optimum collectif

Politique environnemental	Fort	Central	Faible
Réseau optimal L^*_{tot} (km)	8 012	3 225	1 575
Subvention optimale S^* (Md€)	0	0	10
Péage ERS c^*_{ERS} (c€/km)	9,1	5,2	0,0
Gain socio-économique net total (M€)	+13 800	+4 437	+5 216
Émissions de CO_2 évitées par rapport à la référence (Mt)	+8,6	+8,2	+60,4
Part ERS dans la flotte en 2059 (%)	92,5	64,9	21,0
Part FBEV dans la flotte en 2059 (%)	7,5	35,1	0,0

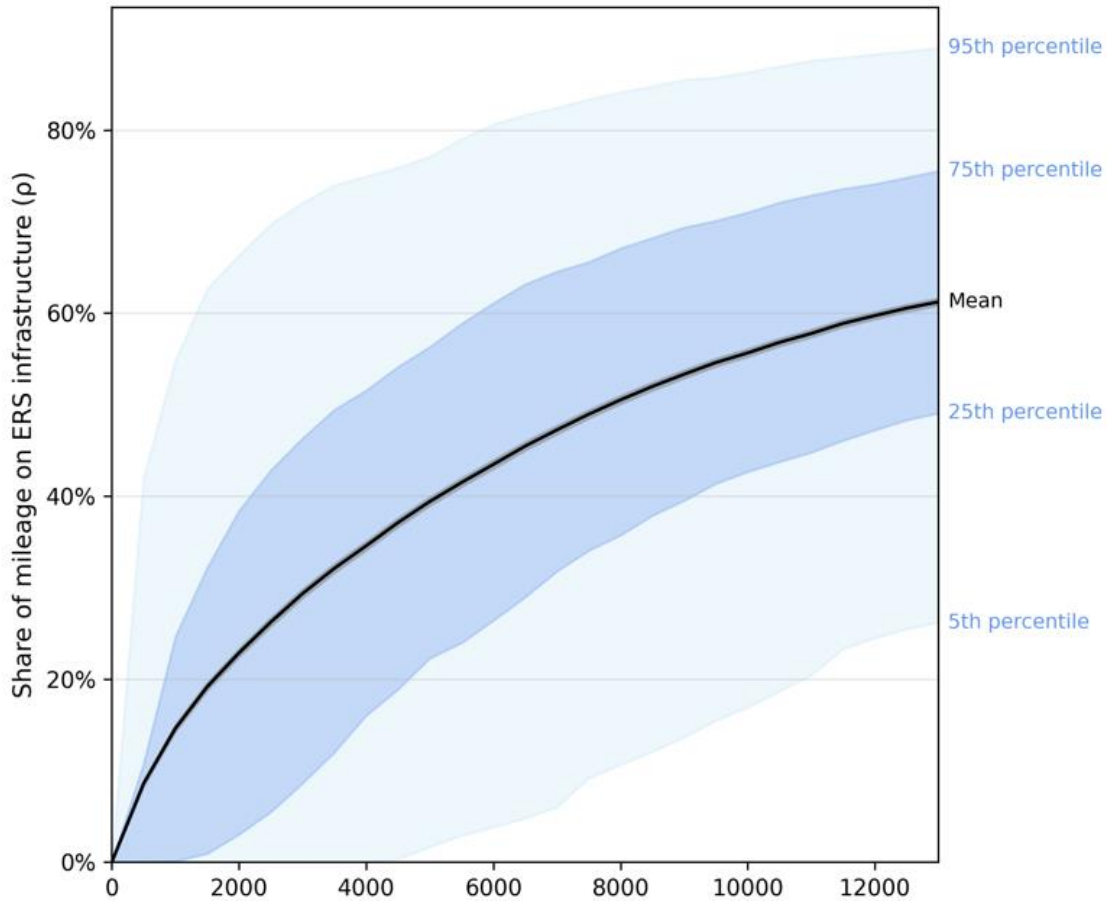
- Dans un scénario sans soutien politique environnemental (faible : pas d'ETS, pas de subvention véhicule décarbonée, …) le réseau ERS couvre ~20% des autoroutes mais un fort niveau de subvention est nécessaire

- Dans les deux autres scénarios, les ERS génèrent des **gains de CO2 modestes** (car ils remplacent les PL FBEV) mais ils impliquent de **forts gains pour les transporteurs** (car la couverture du réseau est supérieure)

Analyse microéconomique des ERS

Conclusions

- Le modèle illustre l'**hétérogénéité de l'activité des PL** et l'interdépendance entre l'étendue du réseau **ERS**, sa tarification d'usage, son financement et son **potentiel pour la décarbonation**
- L'analyse suggère que les **ERS peuvent améliorer le bien-être collectif**, mais ils n'apparaissent pas spontanément (sans un ensemble de politiques cohérentes, rôle des ETS2 notamment)
- **Les résultats sont sensibles aux hypothèses** sur les coûts et prix, notamment celles liées aux recharges statiques pour PL



03

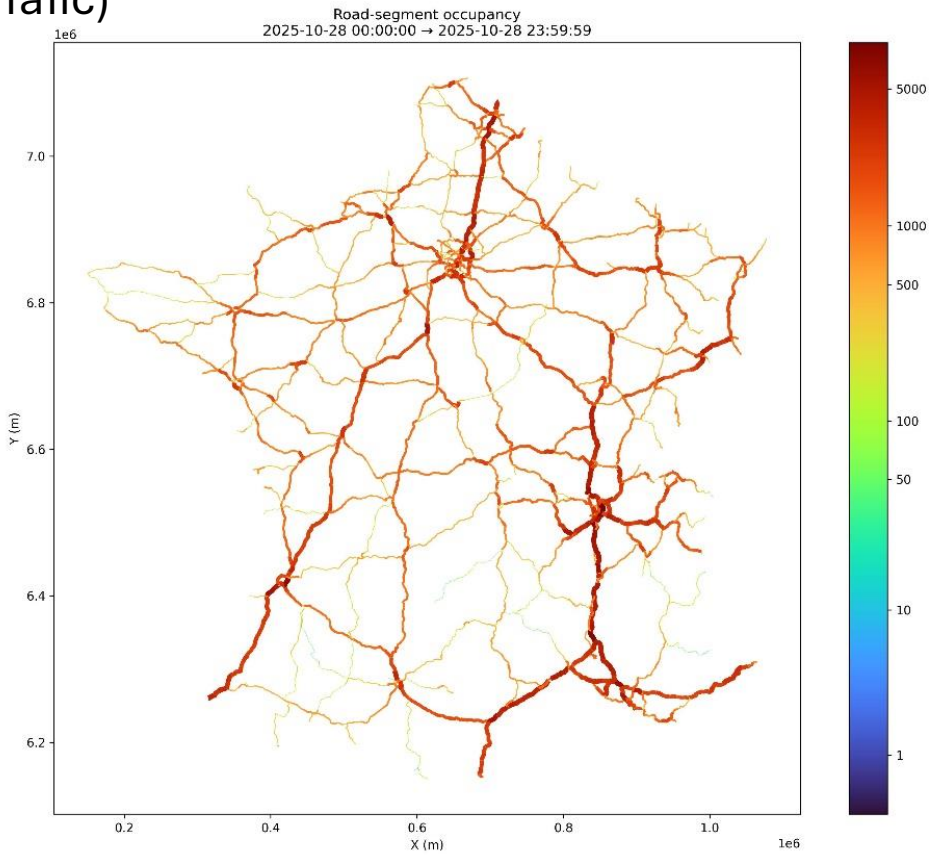
Étude et optimisation énergétique de l’ERS

Étude et optimisation énergétique de l'ERS

Modèles énergétique et données

- Développement de modèles énergétiques des véhicules et du réseau ERS
- Développement d'une optimisation pour le dimensionnement de l'ERS qui a un double objectif : minimiser le coût et garantir la satisfaction énergétique d'un maximum de camions
- Ces modèles prennent en compte une grande diversité de données d'entrées (pente, nombre de camion (TMJA), ...).
- Sensibilité du dimensionnement : fort impact du taux de recharge exigé par rapport à la distance équipée.

Un jeu de données de **32 137** camions du 28 octobre 2025 (provenance Autoroute Trafic)



Étude et optimisation énergétique de l'ERS

Sensibilité de la puissance par camion sur le taux d'équipement

Présentation d'un scénario de dimensionnement médian en cohérence avec l'étude de Carbon 4. D'autres dimensionnements sont simulés pour montrer la variabilité des résultats par rapport aux variables dimensionnantes.

Puissance ERS par camion	Taux d'équipement
200 kW	96%
300 kW	65,7%
400 kW	49,1%
500 kW	39,3%

Hypothèses :
- *Taux de rechargement : 50 %,*
- *Distance de rechargement : 200 km*
- *Consommation véhicule : 112 kWh/100km*
- *Vitesse : 90 km/h*
- *Rendement de l'ERS : 91%*

Observations :

- Augmenter la puissance ERS par camion permet de diminuer le taux d'équipement (et donc le coût de l'infrastructure).
  - → Permet plus de flexibilité sur le placement des routes électriques
  - → Augmente le cyclage de la batterie ce qui peut provoquer une accélération du vieillissement de la batterie → En cours d'évaluation
- Évaluation de la satisfaction énergétique à l'aide du jeu de données de 32 137 camions sur tous les dimensionnements → En cours d'évaluation

Étude et optimisation énergétique de l'ERS

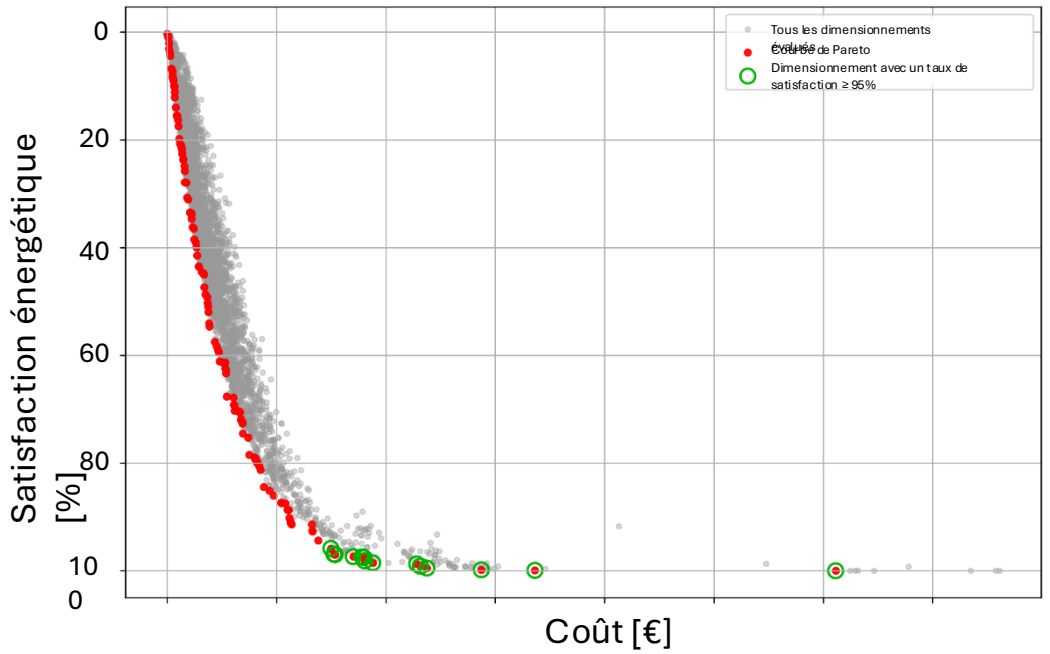
Optimisation du dimensionnement ERS

Méthodologie : Couplage d'un algorithme génétiques (NSGA-II) et du modèle énergétique sur les données de trafic réelles pour satisfaire la demande énergétique tout en minimisant le coût de l'infrastructure.

Critère de satisfaction : L'état de charge du véhicule reste strictement supérieur à 10% sur tout le parcours.

Front de Pareto (points rouges) : le compromis optimal entre maximisation de la satisfaction et minimisation des coûts.

Outil d'aide à la décision : identification du coût d'infrastructure minimal pour chaque taux cible de satisfaction.





CONGRÈS DE L'IDRRIM
INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

en collaboration avec les
7èmes RENCONTRES NATIONALES DES GESTIONNAIRES DE ROUTES

idealco
LA PLATEFORME COLLABORATIVE DE LA SPHÈRE PUBLIQUE

MERCI !

Université Gustave Eiffel

