

Séminaire de Recherche EcoSD n°50, édition Jeunes chercheurs
6 octobre 2021

PRC 20.1 : Éco-conception des véhicules électriques et des infrastructures de recharge dans une logique territoriale d'usages de mobilité

Julien Baltazar

Julien.baltazar@centralesupelec.fr

Encadré par :

Flore Vallet (Laboratoire de Génie Industriel

CentraleSupélec, IRT SystemX)

Julien Garcia (Stellantis)



Synthèse atelier de lancement

Atelier du 13 novembre 2020 avec 19 personnes en ligne



Quels enjeux, verrous et idées identifiez-vous au regard des sujets suivants ?



Batteries et recharge
de VE

Utilisateurs de
mobilité électrique et
territoires

1. La technologie et la
conception des batteries

2. La technologie et la
conception des IRVE

3. Les contextes
d'usages des batteries

4. L'usage des IRVE

5. Le développement de la mobilité électrique sur un
territoire et les perspectives d'évolution et de
transformation

Sujet du stage : application à la longue distance

Territoire avec mobilité
longue distance



Figure 1 : Exemples de véhicules électriques à batterie (BEV) a) Tesla model 3 et b) e208

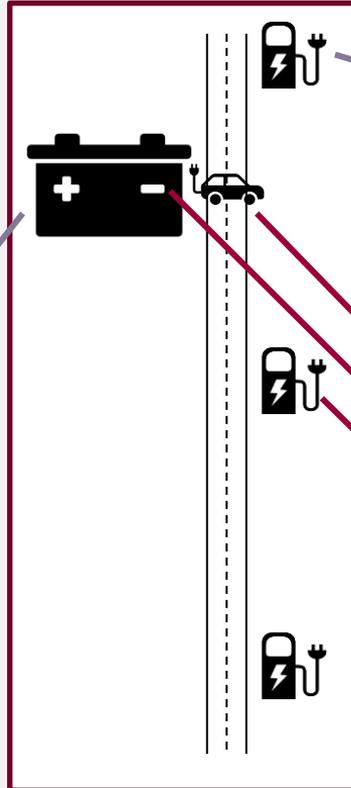


Figure 2 : Exemple d'infrastructure de recharge pour véhicules électriques (IRVE) sur l'aire des Portes d'Angers (IONITY)

Quels dimensionnements pour satisfaire les usagers des BEV et des infrastructures en limitant les impacts environnementaux?

Proposition : Créer un simulateur de mobilité électrique pour étudier différentes stratégies de développement.

Planning

1. Introduction
2. Contexte et problématique
3. Description partielle de la méthodologie
4. Résultats et analyse
5. Conclusion et perspective
6. Lien avec mon sujet de thèse

Synthèse du contexte

Il y a :

- Des **enjeux environnementaux** avec des risques de transferts d'impact vers la production d'électricité, la fabrication du BEV et des IRVE et le besoin de matériaux critiques (ADEME et al., 2013 ; Hill et al., 2020 ; IEA, 2020 ; Commission européenne, 2020) ;
- Des verrous **socio-technico-économique** vis-à-vis de la recharge (autonomie, temps de recharge, accès au moyen de recharge) (Hui, 2017 ; Enedis, 2019 ; Jensen et al., 2013) ;
- Des besoins d'**approches territoriales** et de **stratégies de long terme** pour les constructeurs automobiles, les acteurs du réseau électrique et les pouvoirs publics dans un marché en plein essor (IEA, 2020).

Références bibliographiques et *gap analysis*

Méthode de dimensionnement des infrastructures de recharge

- Mourad et al. (2020)
- Micari et al. (2017)

Méthode pour l'évaluation environnementale de la mobilité à l'échelle territoriale

- François et al. (2017)
- Bortoli & Christoforou (2020)

Méthode incluant la modélisation du comportement d'usage et d'adoption de véhicule

- Davidov & Pantoš (2017)
- Jahn et al. (2020)

Simulateur

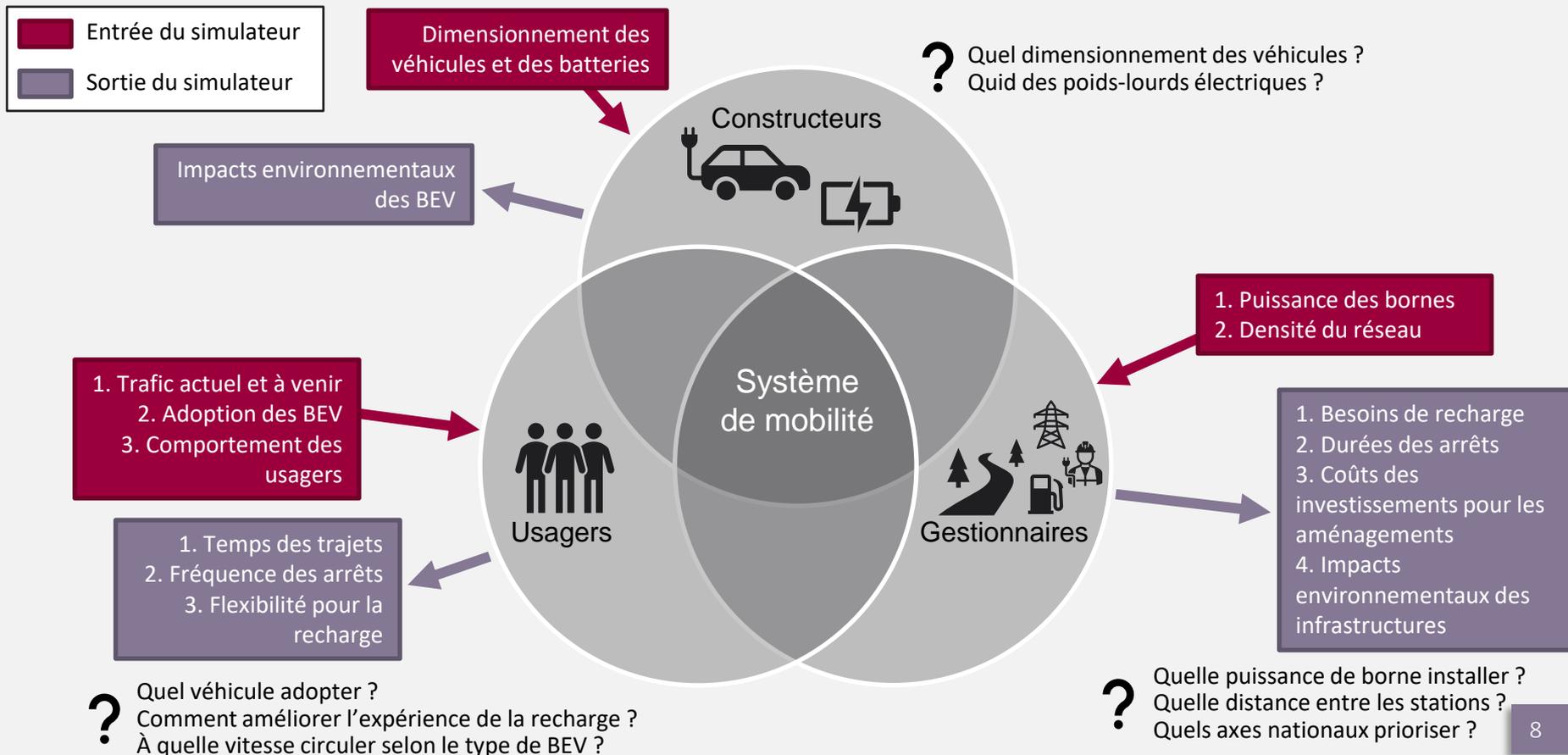
Gap analysis : Pas d'analyses multi-perspectives pour le déploiement des BEVs et des IRVE pour la longue distance

- Manque d'évaluation environnementale de la mobilité électrique longue distance
- Manque d'étude sur l'évaluation de l'influence du comportement des usagers
- Manque de prise en compte de la diversité des BEV et des changements technologiques

Formulation de la problématique de recherche

Comment **prendre en compte les impacts environnementaux, la diversité des véhicules et celle des usages** dans la conception d'un système de mobilité électrique pour le cas particulier du transport de **longue distance** ?

Un simulateur multi-perspectif



Cas d'étude

- Cas d'étude : l'A6 entre Paris et Lyon
- Trafic moyen 2018 + étude des pics de trafic pour le dimensionnement des stations

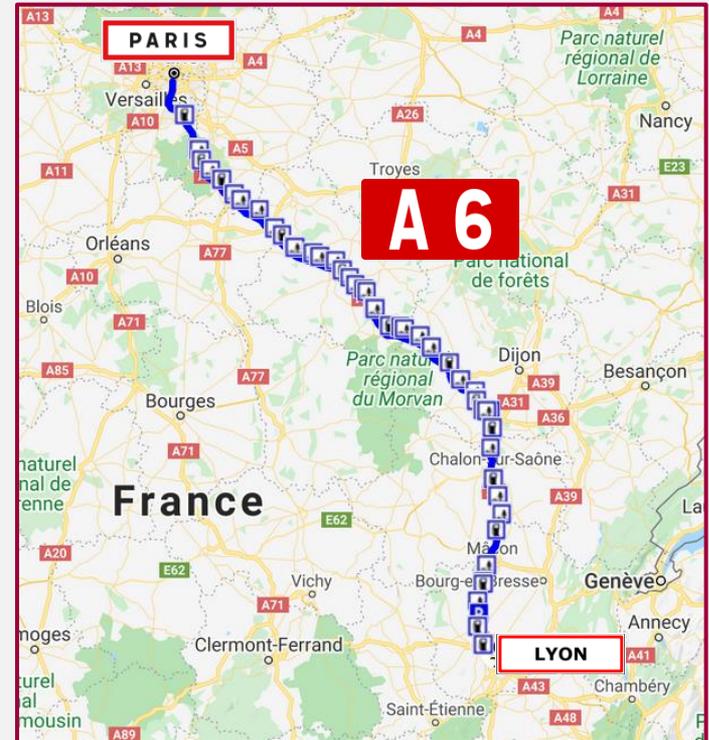
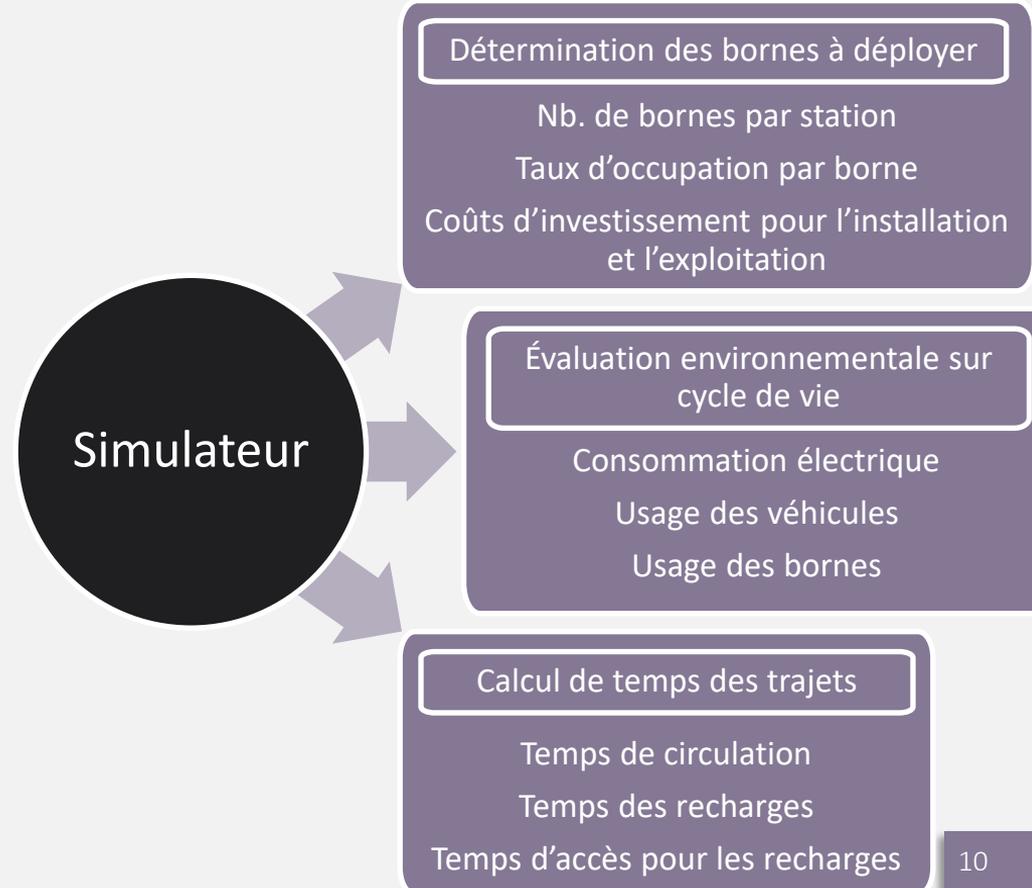


Figure 3 : Carte décrivant l'A6 et ses aires

Conception du simulateur de mobilité électrique



Conception du simulateur de mobilité électrique

A

Description d'un axe routier et de son trafic



Simulateur

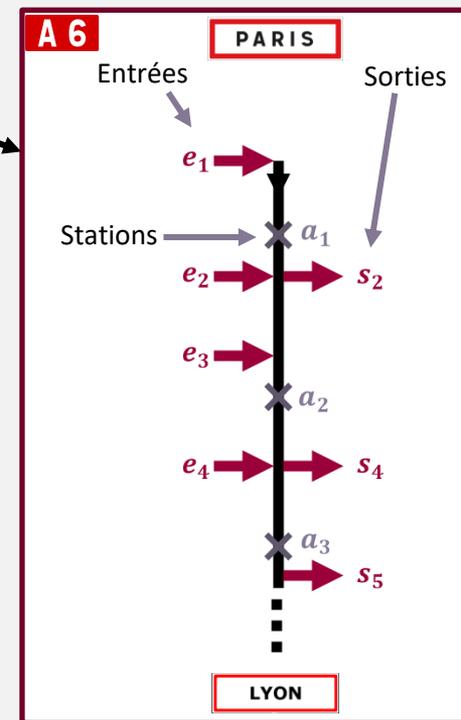


Figure 4 : Description de l'axe A6 dans le sens Paris => Lyon

Conception du simulateur de mobilité électrique

A

Description d'un axe routier et de son trafic

Simulateur

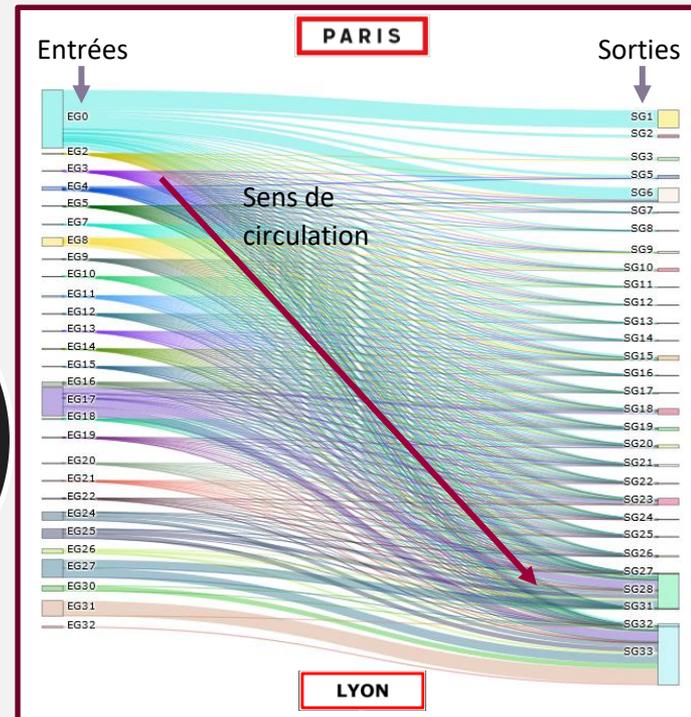


Figure 5 : Description des flux de véhicules dans le sens Paris => Lyon

Conception du simulateur de mobilité électrique

A

Description d'un axe routier et de son trafic

B

Description de la flotte par catégories de BEV (2020-2030)

Simulateur

Tableau 1 : Description des BEV par 3 catégories basée sur les immatriculations de 2021

Catégorie de BEV	Part dans la flotte	Capacité de batterie	Puissance maximale de recharge	Consommation à 120 km/h
Inférieure	11 %	41 kWh	70 kW	0,26 kWh/km
Moyenne	69 %	54 kWh	100 kW	
Supérieure	20 %	77 kWh	180 kW	

+ scénarios de pénétration des BEVs et d'évolution technologique (2020-2030)

Conception du simulateur de mobilité électrique

A

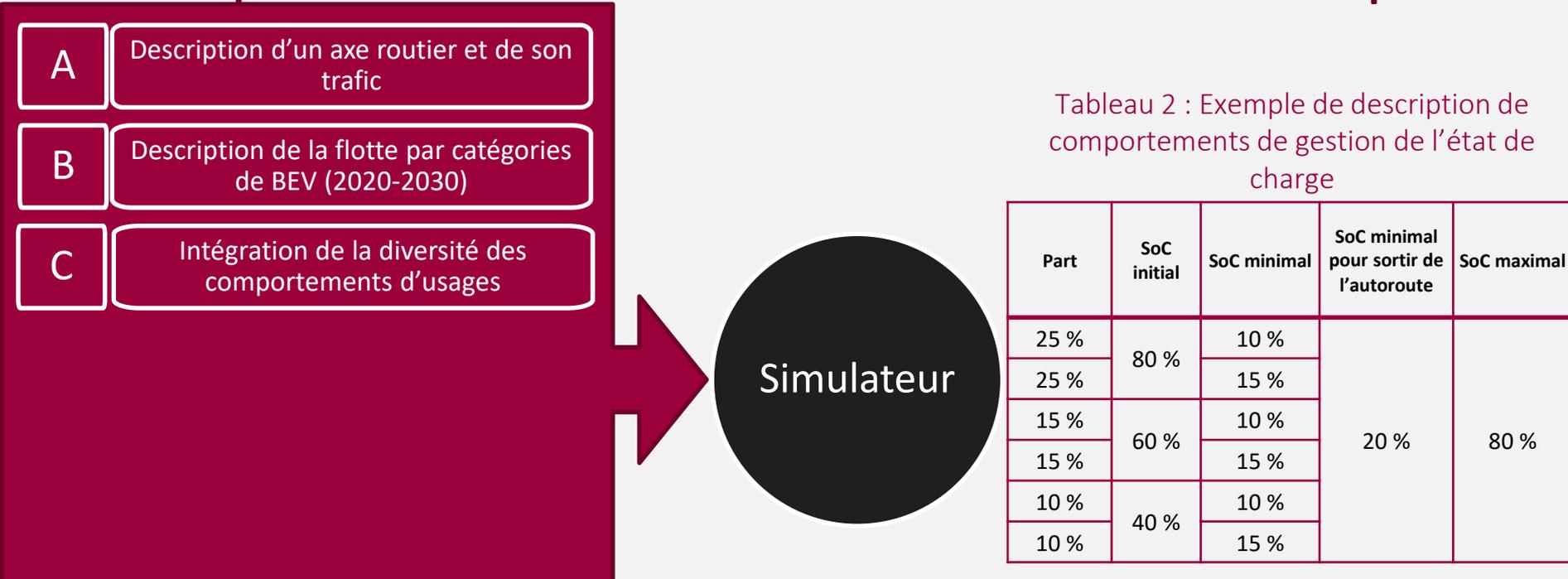
Description d'un axe routier et de son trafic

B

Description de la flotte par catégories de BEV (2020-2030)

C

Intégration de la diversité des comportements d'usages



Simulateur

Tableau 2 : Exemple de description de comportements de gestion de l'état de charge

Part	SoC initial	SoC minimal	SoC minimal pour sortir de l'autoroute	SoC maximal
25 %	80 %	10 %	20 %	80 %
25 %		15 %		
15 %	60 %	10 %		
15 %		15 %		
10 %	40 %	10 %		
10 %		15 %		

SoC, State of Charge

Conception du simulateur de mobilité électrique

A

Description d'un axe routier et de son trafic

B

Description de la flotte par catégories de BEV (2020-2030)

C

Intégration de la diversité des comportements d'usages

D

Définition des stratégies de recharge (emplacements des stations, puissance des bornes)

E

Définition d'une méthode de calcul des besoins de recharge

F

Proposition d'une estimation des coûts d'investissement pour les bornes

G

Mise en place d'une méthode d'évaluation environnementale

Simulateur

Détermination des bornes à déployer

Nb. de bornes par station

Taux d'occupation par borne

Coûts d'investissement pour l'installation et l'exploitation

Évaluation environnementale sur cycle de vie

Consommation électrique

Usage des véhicules

Usage des bornes

Calcul de temps des trajets

Temps de circulation

Temps des recharges

Temps d'accès pour les recharges

Conception du simulateur de mobilité électrique

G- Méthode d'évaluation environnementale territoriale

Sources d'impacts considérées : consommation d'électricité et usage des véhicules et des bornes

U.F. : Permettre la mobilité des usagers de véhicules particuliers tout-électriques sur un territoire autoroutier durant un an.

Tableau 3 : Potentiels d'impacts évalués et méthodes de caractérisation utilisées

Impact environnemental évalué E_i	Méthode utilisée	Abréviation	Unité d'impact UI
Potentiel de changement climatique (à 100 ans)	CML2001 - Aug. 2016	GWP100	kg CO2 eq.
Potentiel d'acidification		AP	kg SO2 eq.
Potentiel de création d'ozone photochimique		POCP	kg Ethene eq.
Potentiel d'eutrophisation		EP	kg Phosphate eq.
Épuisement des ressources abiotiques		ADPe	kg Sb eq.
Épuisement des métaux	ReCiPe 2016 v1,1 Midpoint (H)	MD	kg Cu eq.
Demande en énergie primaire	Cumulative energy demand	PED	MJ

Conception du simulateur de mobilité électrique

G- Méthode d'évaluation environnementale territoriale

U.F. : Permettre la mobilité des usagers de véhicules particuliers tout-électriques sur un territoire autoroutier durant un an.



Électricité

Données ACV mix électrique FR et EU-28 (Sphera, 2017) $ei_{i,elec}$ [en UI/kWh]

Hyp. :

- Impacts constants sur l'année

Pour une catégorie de véhicules k :

$$EI_{i,k} = E_k \cdot ei_{i,elec} + \dots$$

Consommation annuelle de la catégorie de BEV k

Conception du simulateur de mobilité électrique

G- Méthode d'évaluation environnementale territoriale

U.F. : Permettre la mobilité des usagers de véhicules particuliers tout-électriques sur un territoire autoroutier durant un an.



Véhicules

Données ACV (hors phase d'usage) d'un véhicule-type d'une capacité C_{battery} , d'une masse m_{vehicle} et d'une durée de vie $d_{\text{FU}} = 150\,000$ km [en UI/km]

Hyp. :

- Les impacts liés au cycle de vie d'une batterie $ei_{i,\text{battery}}$ sont proportionnels à la capacité C_k .
- Les impacts sur cycle de vie du reste du véhicule sont proportionnels à la masse m_k .

Pour une flotte de véhicules k :

$$EI_{i,k} = E_k \cdot ei_{i,\text{elec}} + \frac{d_k}{d_{\text{FU}}} \left(\frac{C_k}{C_{\text{battery}}} ei_{i,\text{battery}} + \frac{m_k}{m_{\text{vehicle}}} ei_{i,\text{vehicle}} \right) + \dots$$

Distance annuelle
parcourue par la catégorie
de BEV k

Pondération

Conception du simulateur de mobilité électrique

G- Méthode d'évaluation environnementale territoriale

U.F. : Permettre la mobilité des usagers de véhicules particuliers tout-électriques sur un territoire autoroutier durant un an.



Bornes

Données ACV d'une borne de 50 kW (Lucas, 2012) $ei_{i,CP}$ [en UI/h]

Hyp. :

- Les impacts liés à l'**approvisionnement en matériaux** sont calculés en fonction de la puissance de la borne.
 - Durée de vie T_{CP} : 10 ans
- ⚠ **Manque de données pour les autres phases**

Pour une flotte de véhicules k :

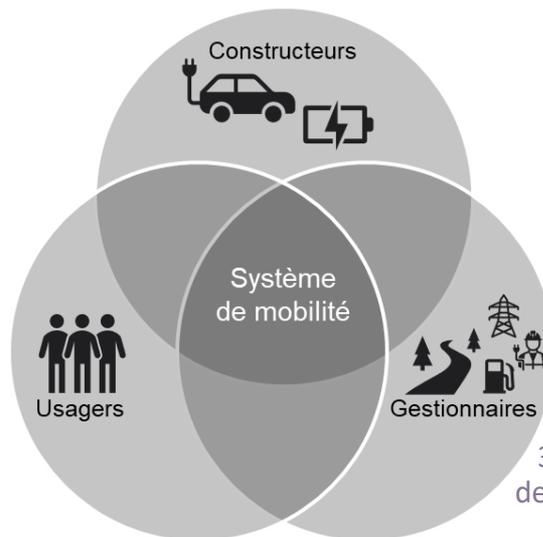
$$EI_{i,k} = E_k \cdot ei_{i,elec} + \frac{d_k}{d_{FU}} \left(\frac{C_k}{C_{battery}} ei_{i,battery} + \frac{m_k}{m_{vehicle}} ei_{i,vehicle} \right) + N_{CP} \frac{ei_{i,CP}}{T_{CP}}$$

Nb. de bornes installées sur l'autoroute

Présentation des résultats



1. Comparaison des performances entre véhicules thermiques et des différentes catégories de BEV



2. Étude de l'influence du comportement des usagers

3. Dimensionnement des stations de recharge

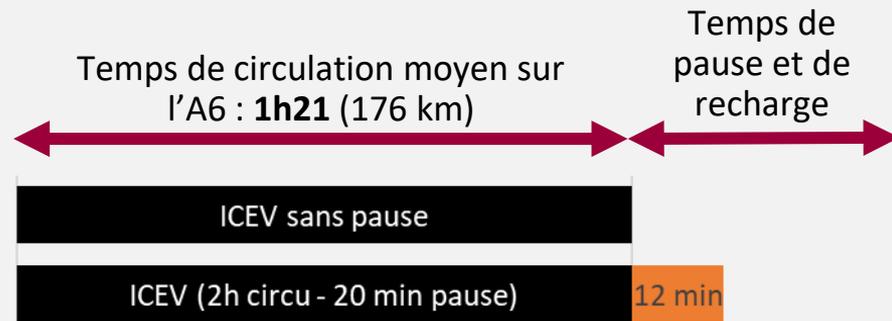
4. Évaluation environnementale pour la mobilité des BEV sur l'autoroute

Hypothèse : Installation de bornes de 175 kW sur toutes les aires de services de l'A6

1. Comparaison de performances des véhicules

Tableau 4 : Description des caractéristiques techniques et d'usage des véhicules considérés

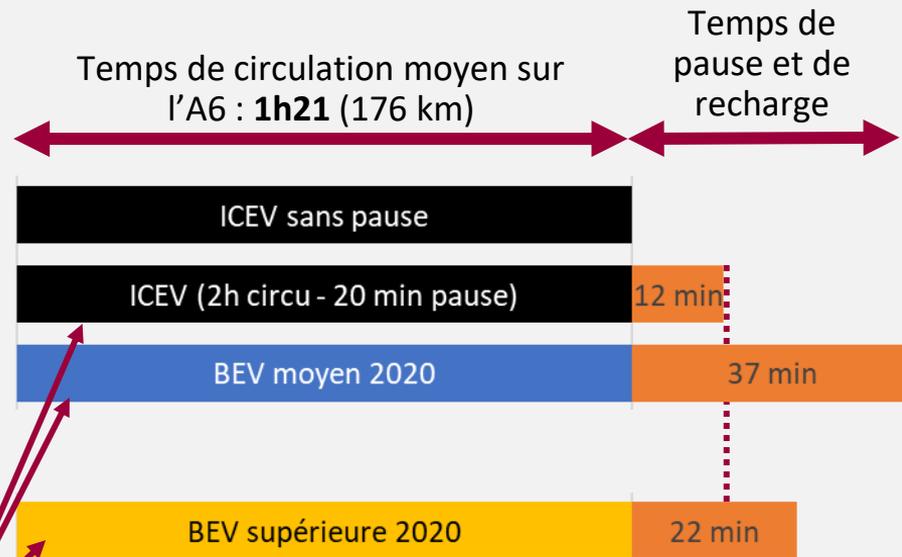
Type de véhicule	Capacité (kWh)	Taux usage	Puissance maximale de charge (kW)	Puissance moyenne de charge (kW)	Consommation (kWh/km)	Vitesse (km/h)
BEV moyen 2020	50	0,7	95	79	0,30	
BEV supérieur 2020	77		175	133		
ICEV	Cycle 2h de circulation – 20 min de pause					



1. Comparaison de performances des véhicules

Tableau 4 : Description des caractéristiques techniques et d'usage des véhicules considérés

Type de véhicule	Capacité (kWh)	Taux usage	Puissance maximale de charge (kW)	Puissance moyenne de charge (kW)	Consommation (kWh/km)	Vitesse (km/h)
BEV moyen 2020	50	0,7	95	79	0,30	
BEV supérieur 2020	77		175	133		
ICEV	Cycle 2h de circulation – 20 min de pause					



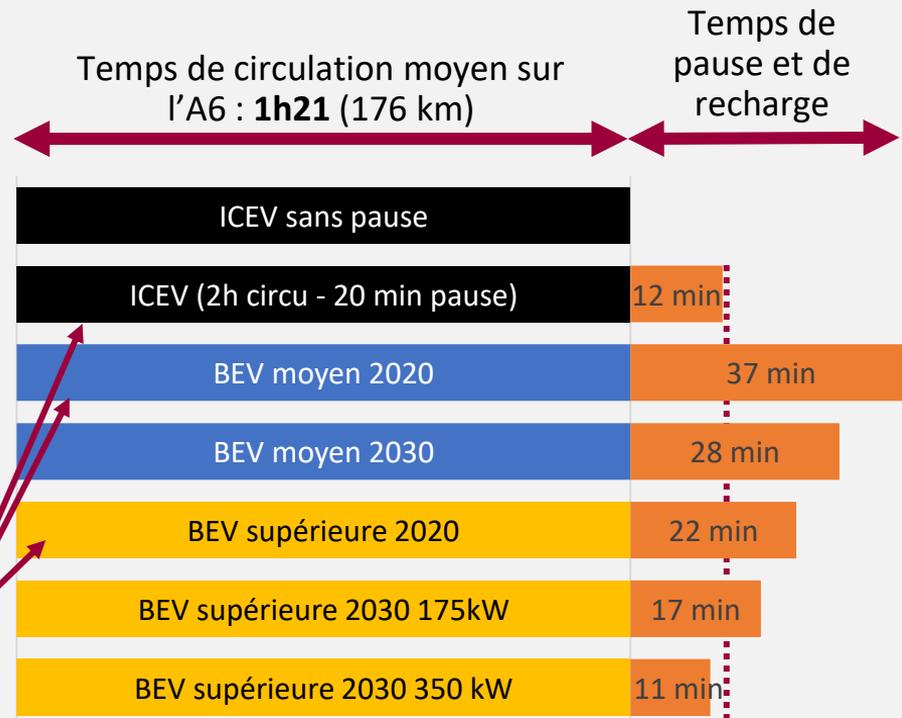
Des inégalités de temps de trajets

1. Comparaison de performances des véhicules

Tableau 4 : Description des caractéristiques techniques et d'usage des véhicules considérés

Type de véhicule	Capacité (kWh)	Taux usage	Puissance maximale de charge (kW)	Puissance moyenne de charge (kW)	Consommation (kWh/km)	Vitesse (km/h)
BEV moyen 2020	50	0,7	95	79	0,30	
BEV supérieur 2020	77		175	133		
ICEV	Cycle 2h de circulation – 20 min de pause					

Des inégalités de temps de trajets



Seuls des véhicules haut de gamme peuvent atteindre des temps de trajet proche de ceux des ICEV à l'horizon 2030 avec des bornes 350 kW

2. Influence du comportement des usagers

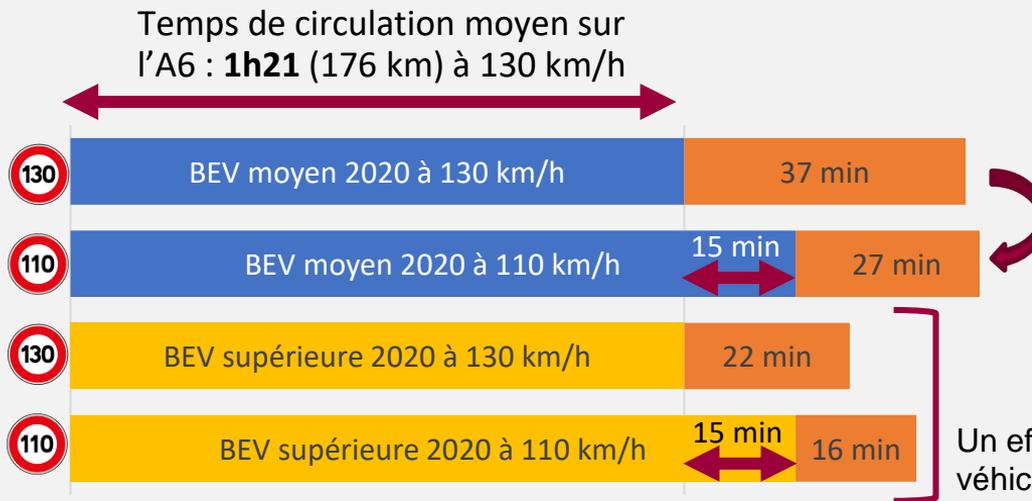
Influence du choix de la vitesse de circulation :



- faible augmentation du temps de trajet global ;
- réduction du temps de pause de 30 % ;
- réduction de la consommation et des besoins d'infrastructures de 22 %.

2. Comportement et satisfaction des usagers

Influence du choix de la vitesse de circulation :

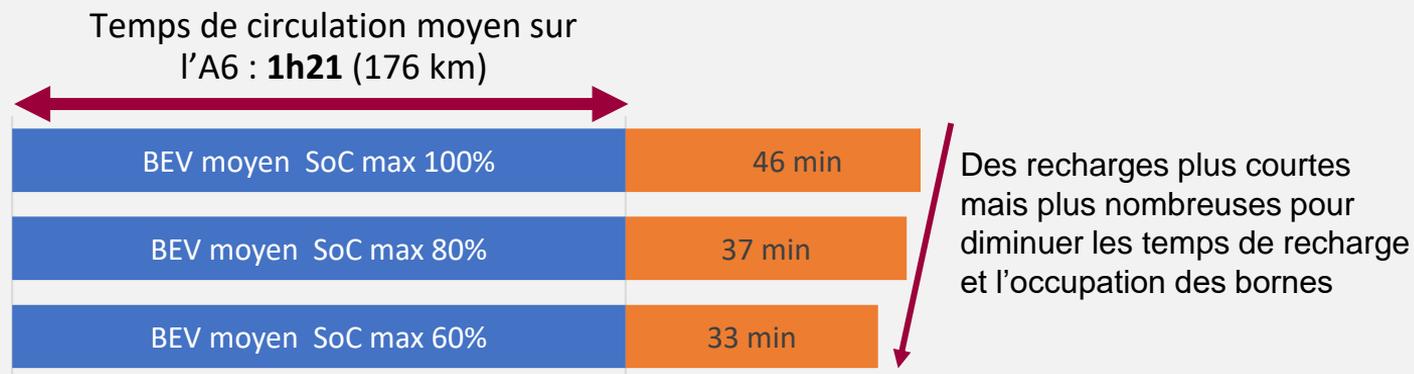


- faible augmentation du temps de trajet global ;
- réduction du temps de pause de 30 % ;
- réduction de la consommation et des besoins d'infrastructures de 22 %.

Un effet plus significatif pour les véhicules de gamme supérieure

2. Comportement et satisfaction des usagers

Influence de la gestion de l'état de charge (SoC) :



4. Évaluation environnementale sur autoroute

a) Les impacts véhicules et batteries sont prépondérants sur 6 potentiels.

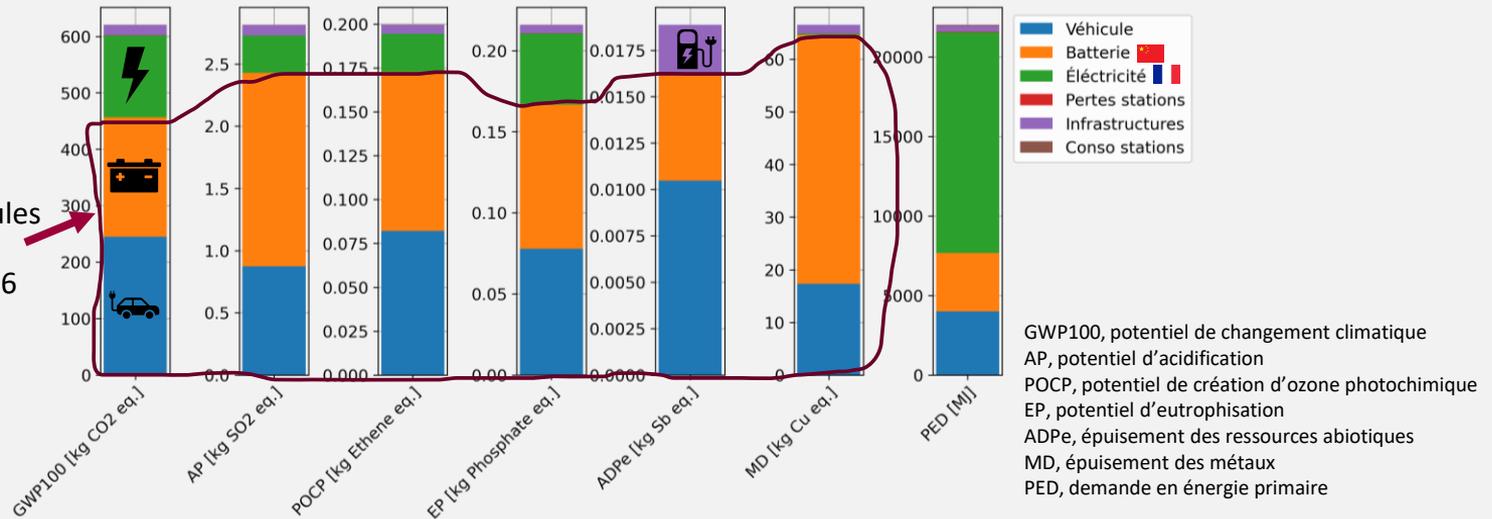


Figure 6 : Impacts environnementaux générés par les BEV sur l'A6 en une heure moyenne de circulation à l'horizon 2024 (mix électrique français)

4. Évaluation environnementale sur autoroute

b) La maîtrise des cycles de vie des batteries est nécessaire dans la perspective du développement des batteries à hautes capacités.

a) Les impacts véhicules et batteries sont prépondérants sur 6 potentiels.

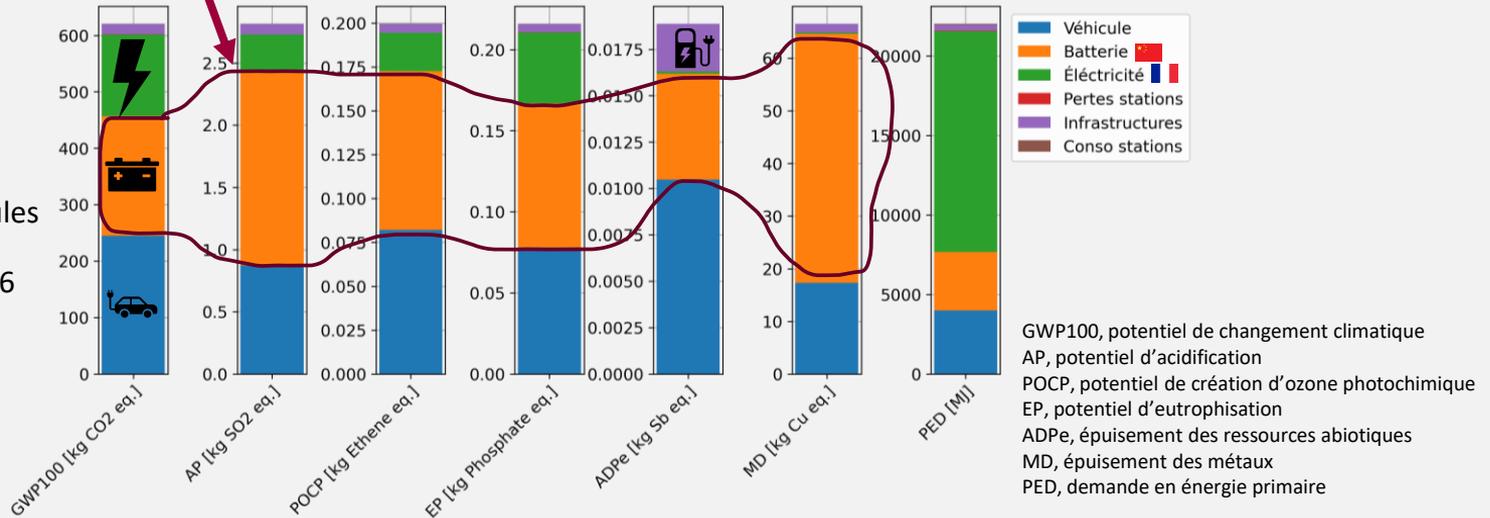


Figure 6 : Impacts environnementaux générés par les BEV sur l'A6 en une heure moyenne de circulation à l'horizon 2024 (mix électrique français)

4. Évaluation environnementale sur autoroute

b) La maîtrise des cycles de vie des batteries est nécessaire dans la perspective du développement des batteries à hautes capacités.

c) Les besoins en matériaux pour les infrastructures de recharge apparaissent comme potentiellement significatifs selon l'indicateur

a) Les impacts véhicules et batteries sont prépondérants sur 6 potentiels.

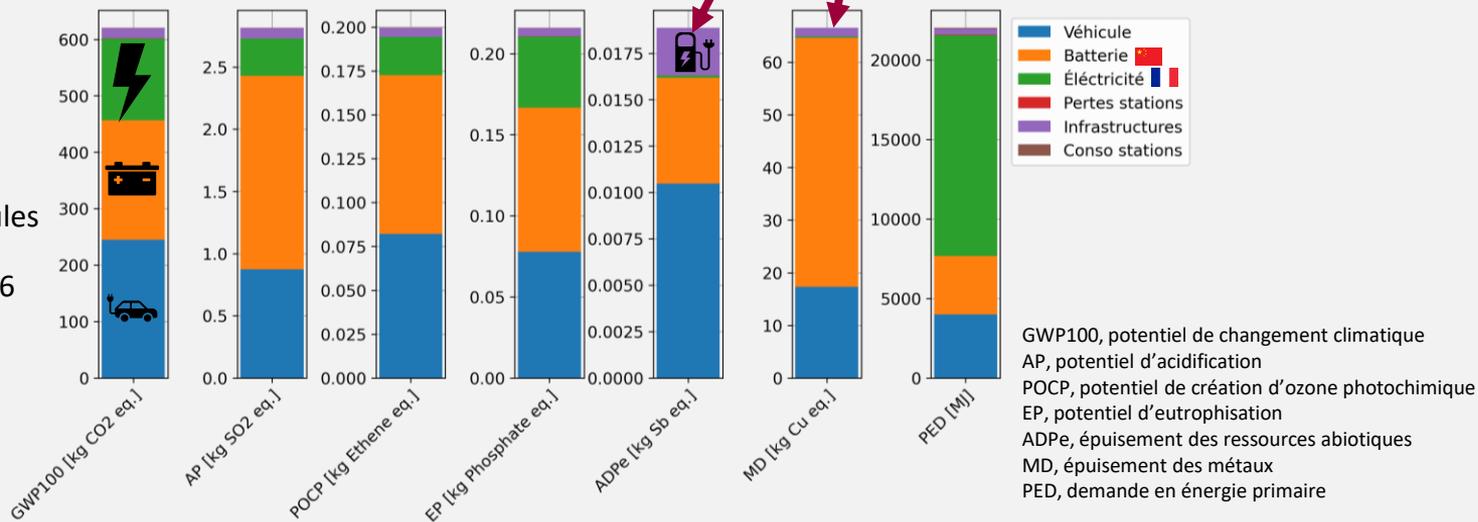


Figure 6 : Impacts environnementaux générés par les BEV sur l'A6 en une heure moyenne de circulation à l'horizon 2024 (mix électrique français)

4. Évaluation environnementale sur autoroute

d) Une influence significative du mix électrique considérée : le déploiement des BEV doit être couplé à une décarbonation des mix électriques

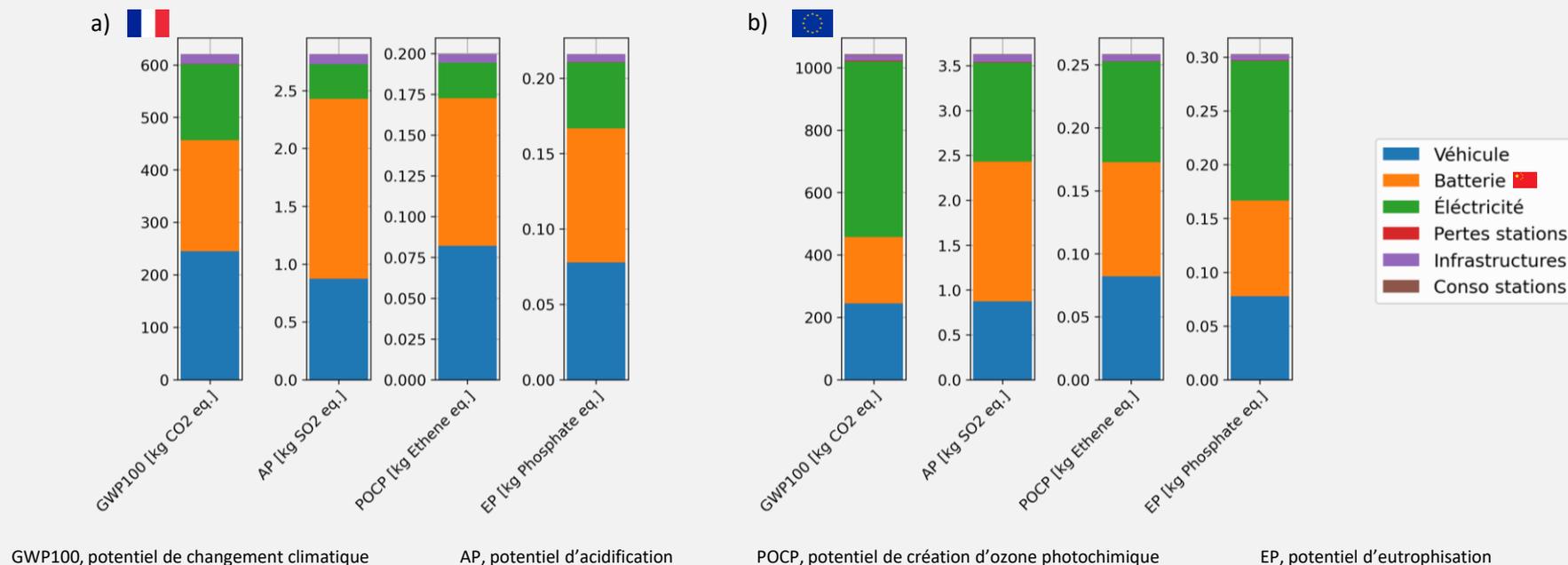


Figure 7 : Impacts environnementaux générés par les BEV sur l'A6 en une heure moyenne de circulation à l'horizon 2024 a) mix électrique français et b) mix électrique EU-28

Conclusion

- Autonomie
- Vitesse de recharge
- Disponibilité des bornes

**Verrous de la
longue
distance**

**Déploiement
des BEV**

**Manque de
vision
globales**

- dimensionnement des stations de recharge
- évaluation environnementale
- influence du comportement de l'utilisateur

Méthodologie pour proposer des recommandations multi- perspectives

Utilisation de données
réelles

- pour estimer les flux origines-destinations
- pour analyser les pics d'affluence
- pour souligner la difficulté de disposer de données pour une technologie en plein essor

Diversité des véhicules
et des comportement
d'usages

- pour les comparer
- pour obtenir une répartition réaliste des besoins de recharge

Exemples de résultats

Des écarts importants de temps de trajets entre véhicules

Un besoin de développer les
performances des BEV pour
augmenter leur adoption

Un besoin de sensibiliser
les usagers aux effets de
leurs comportements
(vitesse, gestion de la
charge) et besoin d'outils
pour prévoir la
disponibilité des IRVE

La maîtrise des impacts liés
aux batteries est essentielle

Des écarts importants de
temps de trajets entre
véhicules

La consommation
d'électricité est une
source importante
d'impacts, surtout si le
mix est carboné

La réduction de la vitesse de circulation permet de
réduire les inégalités entre ICEV et BEV et de réduire
les impacts liés à la consommation et aux IRVE



Perspectives

32nd CIRP Design Conference

A multi-perspective analysis of strategies for battery electric vehicle deployment within the scope of long distance mobility

Julien Baltazar^{a,*}, Flore Vallet^{a,b}, Julien Garcia^c

^aUniversité Paris-Saclay, CentraleSupélec, Laboratoire Génie Industriel, 3 rue Joliot-Curie, 91190 Gif-sur-Yvette, France

^bIRT SystemX, Paris-Saclay, Avenue de la Vauve, 91127 Palaiseau, France

^cStellantis, Centre technique Vélizy, route de Gisy, 78140 Vélizy-Villacoublay, France

* Corresponding author. Tel.: +33-6-78-90-07-05; fax: +0-000-000-0000. E-mail address: julien.baltazar@centralesupelec.fr

Abstract

Battery electric vehicles (BEVs) are considered to be a potential solution to tackle main environmental issues of road transport. However, their deployment is still limited, notably for long distance trips where BEVs suffer from having short ranges and slow charges and from the lack of infrastructures. The electric mobility stakeholders, namely BEV users, infrastructure planners, and car makers need to have a joined and coherent plan to enhance the potential of BEV deployment. But it requires to understand the performance gap between the conventional vehicles and the BEVs and to elaborate solutions in order to increase consumers' acceptance and adoption. This paper introduces a methodology to compare and analyse the performances of conventional vehicles and BEVs considering diverse usages and strategies. Fleet simulations in the highway linking Paris to Lyon in France were conducted to provide multi-perspective recommendations for the stakeholders to enhance the potential of BEV deployment. Performance criteria such as average travel time, the number of charging points to install, and environmental impacts were used to compare various ranges of BEVs and to evaluate the influence of the users' behaviours and of the electricity mixes. This study highlighted the significant differences of travel times between conventional vehicles, average BEVs and high-end BEVs and the noticeable impact of the driving speed choice and the battery management on the performance criteria. Moreover, there are large differences of charging needs between highway stations and this has to be considered for infrastructure planning. Finally, for BEV traffic on European highways, electricity consumption is a very significant source of environmental impacts relatively to the life cycle impacts due to BEV use phase.

© 2022 The Authors. Published by ELSEVIER B.V.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>)

Peer-review under responsibility of the scientific committee of the 32nd CIRP Design Conference

Keywords: Multi-perspective analysis, battery electric vehicles, charging infrastructure, long distance mobility, user behaviour, environmental impacts

Merci pour votre attention

Julien Baltazar

✉ Julien.baltazar@centralesupelec.fr

 [@julien-baltazar](#)

Sujet de thèse

« Méthode d'éco-conception d'un système de mobilité électrique couplant le véhicule, les infrastructures et les usages sur un territoire. »

Encadrement :

Jakob Puchinger (LGI, IRT SystemX)

Flore Vallet (LGI, IRT SystemX)

Nicolas Perry (ENSAM Bordeaux, I2M)

Financement :

Contrat spécifique normalien

Sujet de thèse

Éco-concevoir un système de systèmes sociotechniques ?

Flotte de :

- VE particuliers ;
- VE partagé ;
- bus ;
- taxi ?

« Méthode d'éco-conception d'un système de mobilité électrique couplant le véhicule, les infrastructures et les usages sur un territoire. »

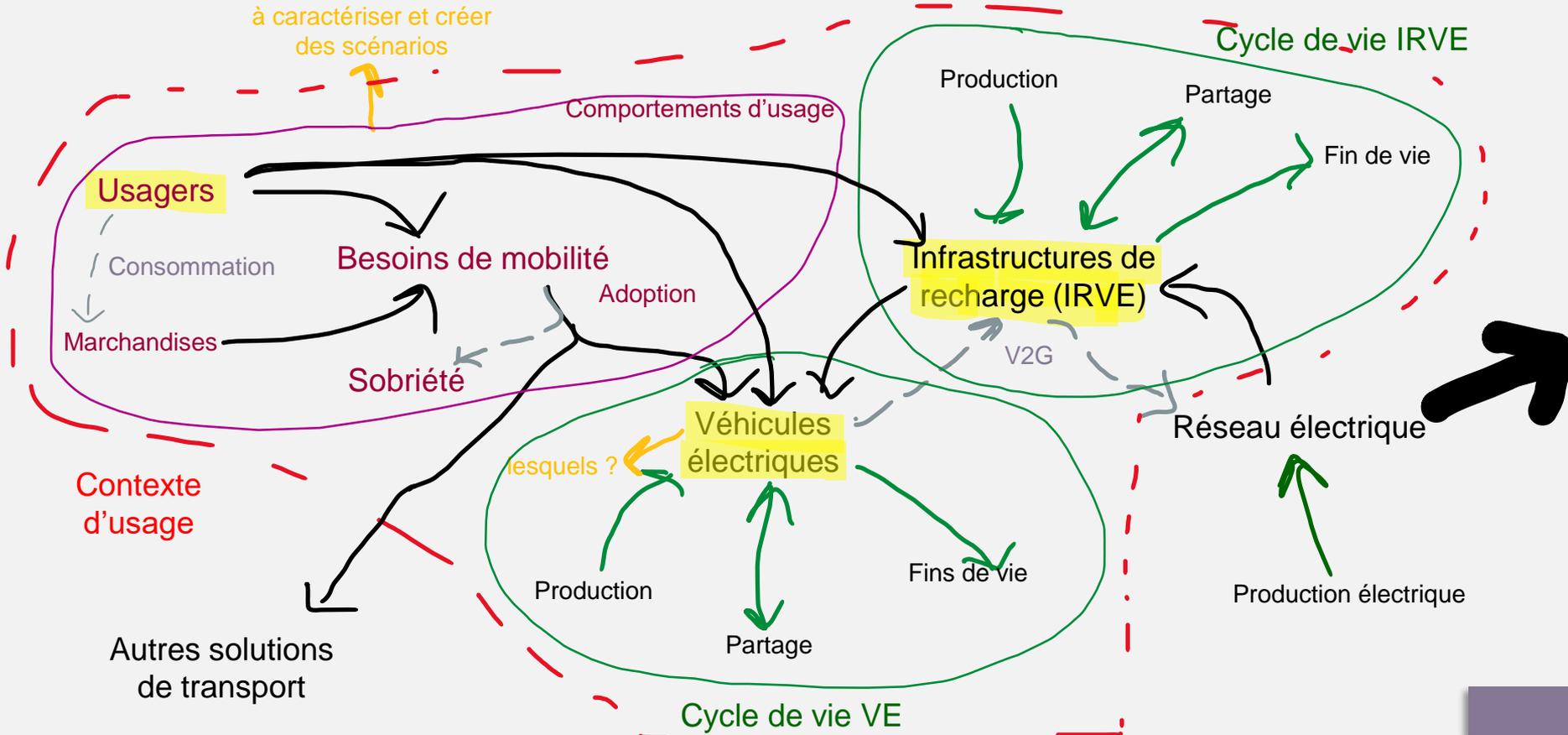
infra. de recharge,
infra. numérique,
infra. routières,

Les besoins, les pratiques,
les solutions de transport
sont très dépendants du
territoire

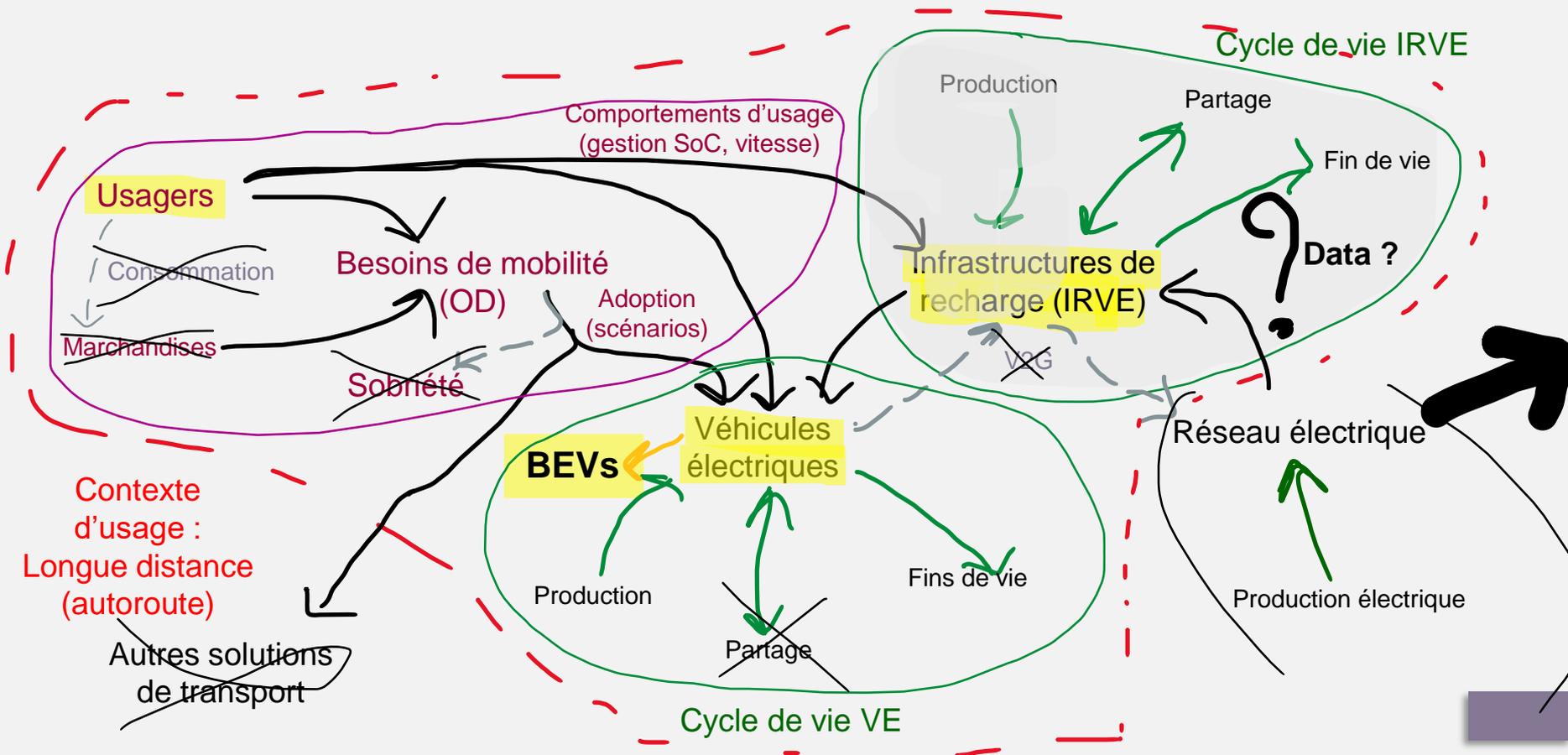
Quelle échelle ? Ville, ville
et espace péri-urbain,
département, etc.

BEV PHEV ?

Définir le périmètre d'étude du système de mobilité électrique ?



Exemple du stage

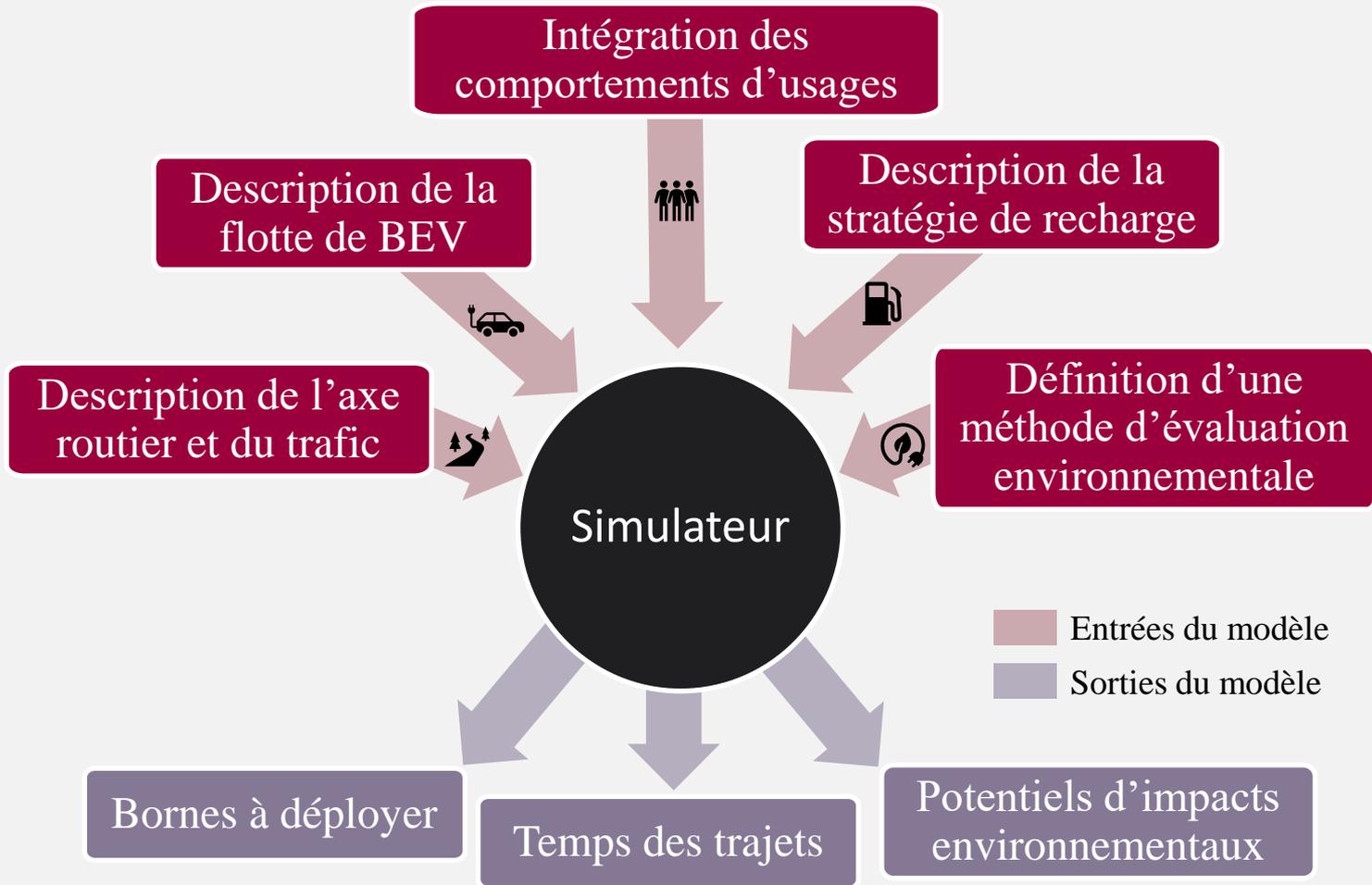


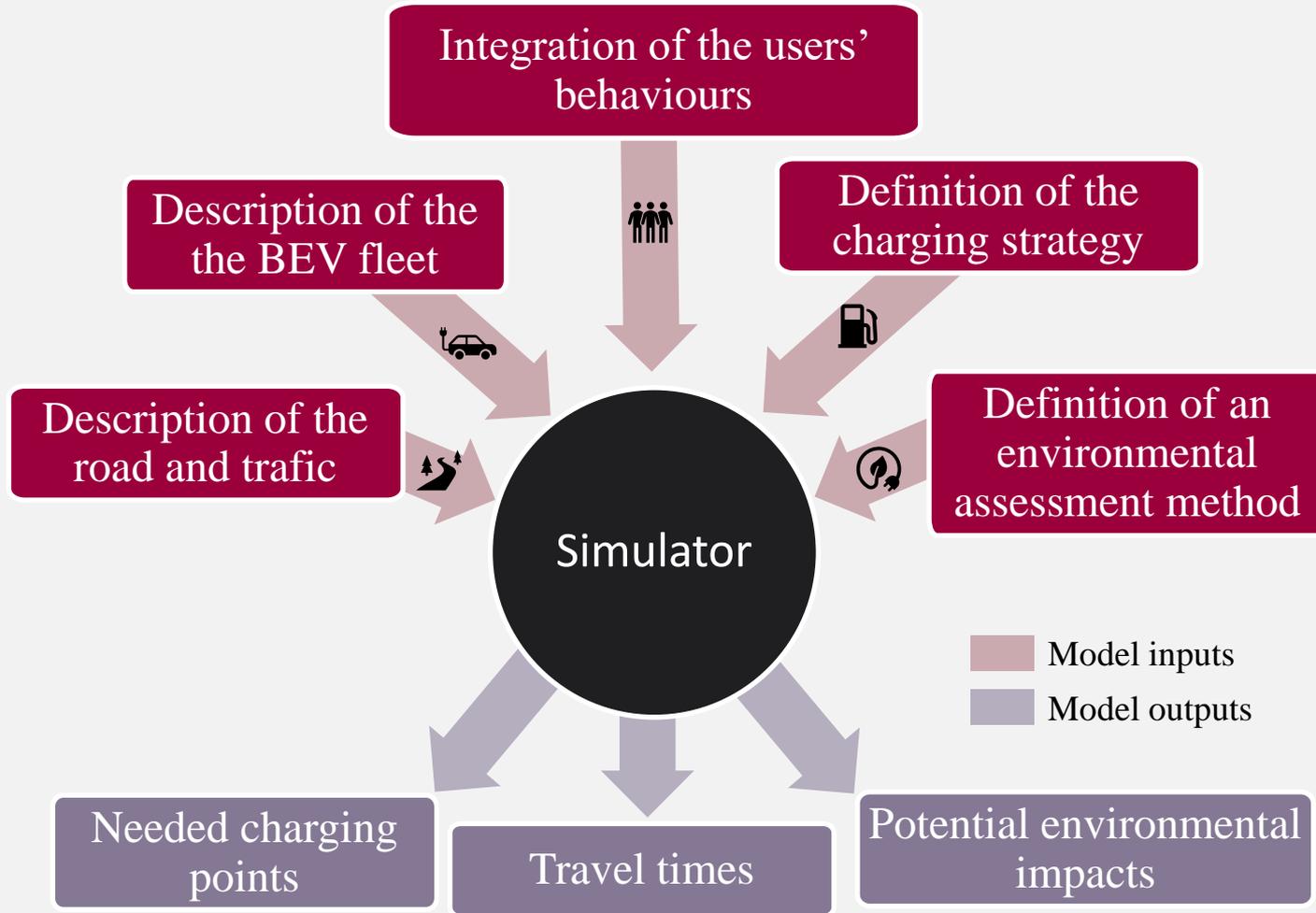
Merci pour votre attention

Julien Baltazar

✉ Julien.baltazar@centralesupelec.fr

 [@julien-baltazar](#)





Cas d'étude

- Cas d'étude : l'A6 entre Paris et Lyon
- Trafic moyen 2018 + étude des pics de trafic pour le dimensionnement des stations

Définition du trafic sur l'A6 (données 2018)		
	Source	Étape
1	Ministère de la Transition écologique	Définition du trafic moyen annuel (hors PL)
2	Direction des routes du Centre-Est (DIRCE)	Détermination du facteur d'affluence : le trafic horaire est au maximum 3 fois plus dense que le trafic moyen
3	Autoroutes Paris-Rhin-Rhône (APRR)	Affinage du facteur d'affluence : les trajets lors des pics d'affluence sont environ 1,6 fois plus longs
		Calibration du paramètre de renouvellement (estimation : 6,6%)

Tableau 1 : Description de la méthode de définition de caractérisation du trafic sur l'A6 à partir des différentes sources

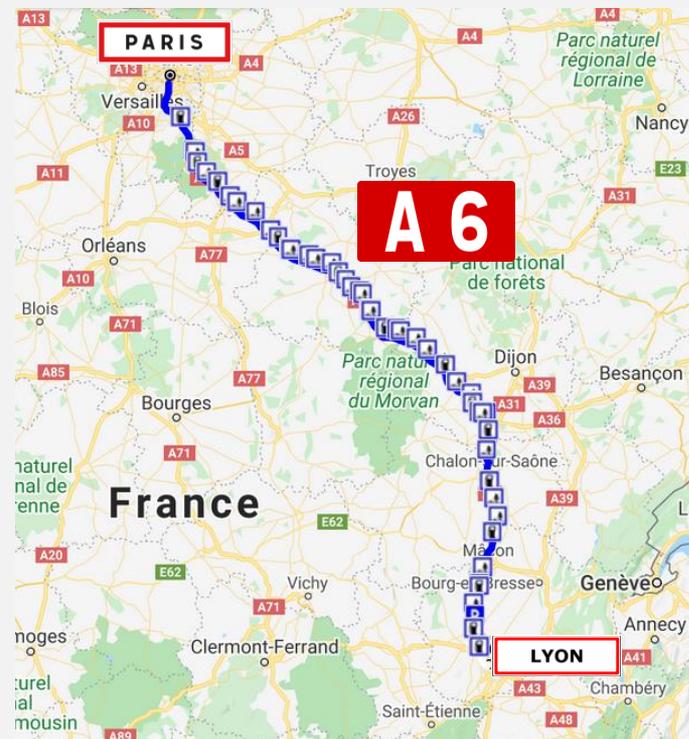
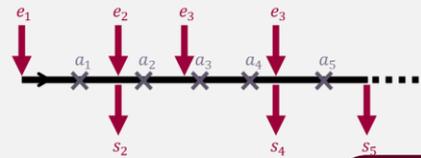


Figure 9 : Carte décrivant l'A6 et ses aires

Conception du simulateur de mobilité électrique

A- Description d'un axe routier et de son trafic



Détermination des trajets effectués par les véhicules

Description route

Données trafic

Hypothèses sur les flux de trafic

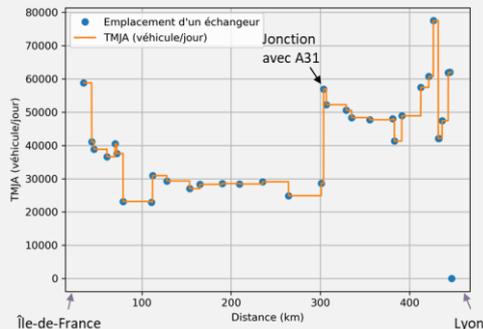
- Sens de circulation
- Renouvellement des véhicules aux échangeurs

Bilan de flux à chaque échangeur

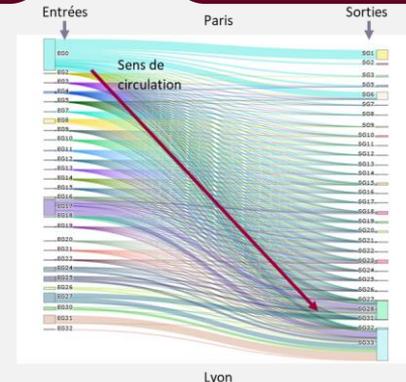
- Calculs des entrants et sortants à chaque échangeur

Algorithme *ad hoc* de répartition des flux pour chaque origine-destination

Matrice de flux de trafic par origine-destination



TMJA = Trafic moyen journalier annuel



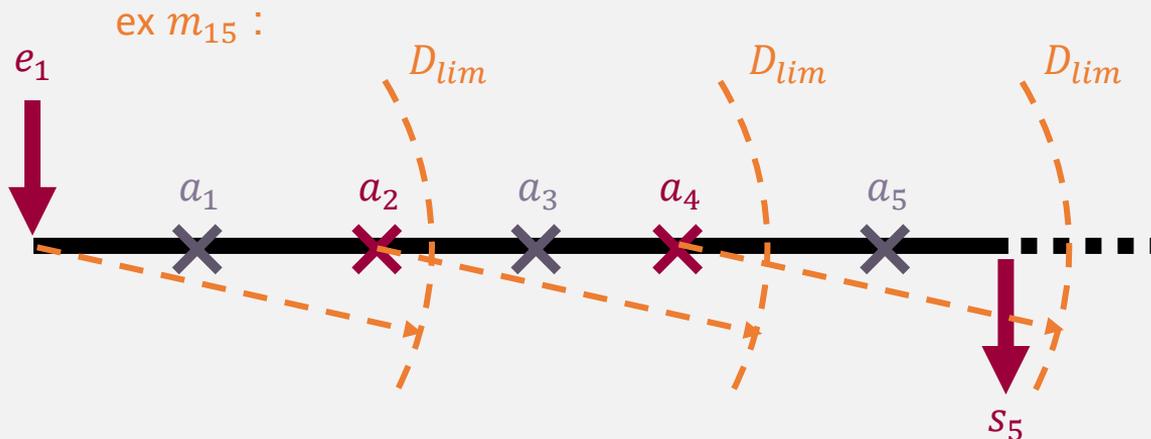
Conception du simulateur de mobilité électrique

E- Calculs des besoins de recharge

Portée effective D_{lim} (en km) :

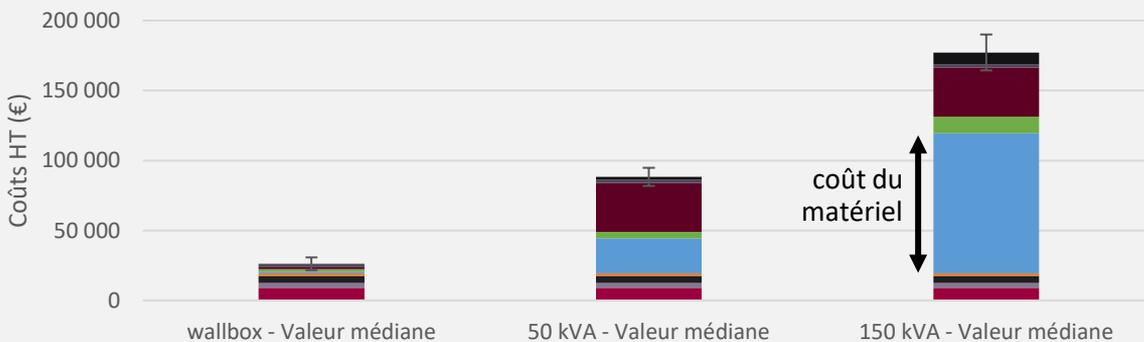
$$D_{lim} = \frac{\text{Capacité batterie}}{\text{Consommation}} (SoC_{max} - SoC_{min}) \text{ (en km)}$$

avec SoC , l'état de charge



Conception du simulateur de mobilité électrique

G- Estimation des coûts d'investissement pour les bornes



=> des bornes avec des coûts d'installation et d'exploitation importants et difficilement rentables
(Coda Stratégies, 2019)

- Maintenance préventive du réseau
- Coût du service de supervision technique et d'exploitation commerciale
- Coût abonnement électricité
- Coûts d'étude de maîtrise d'œuvre et d'assistance à maîtrise d'ouvrage
- Coûts des matériels
- Coûts de génie civil - Fondation de la borne, tranchées et accès à l'infrastructure
- Coûts de génie civil - Aménagement des places de stationnement et leur mise en accessibilité
- Coûts d'installation - Raccordements électriques, télécommunication, paramétrage et mise en service
- Coûts de raccordement au réseau public de distribution

Figure 8 : Coûts d'installation et d'exploitation de bornes type wallbox (7 à 22 kVA), 50 kVA et 150 kVA pour 10 ans d'exploitation (Ministère de la transition écologique, 2021)

Comparaison de scénarios

A- La puissance des bornes

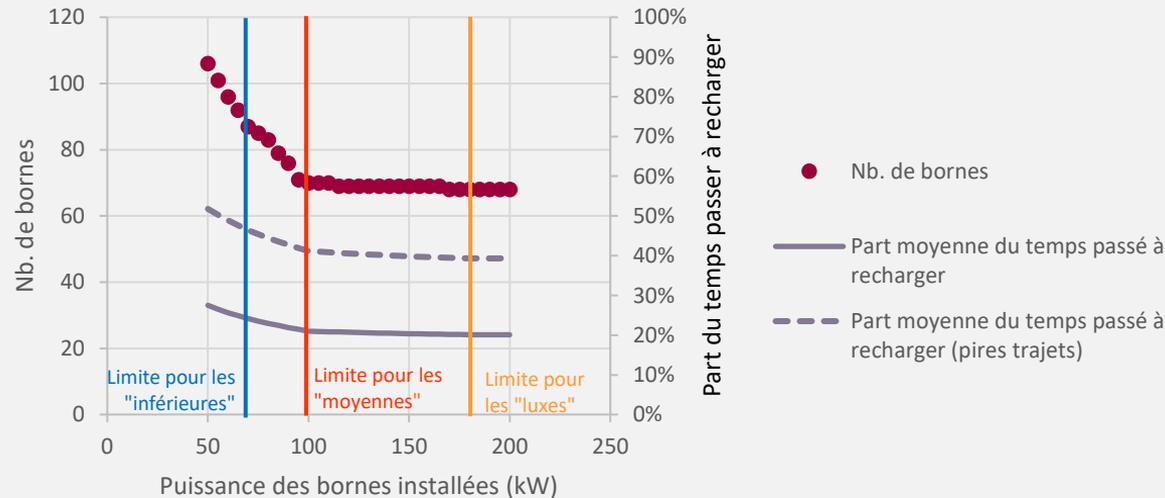


Figure 7 : Influence de la puissance des bornes installées sur le territoire sur le nombre de bornes nécessaires et la part du temps passé à recharger

Comparaison de scénarios

A- La puissance des bornes

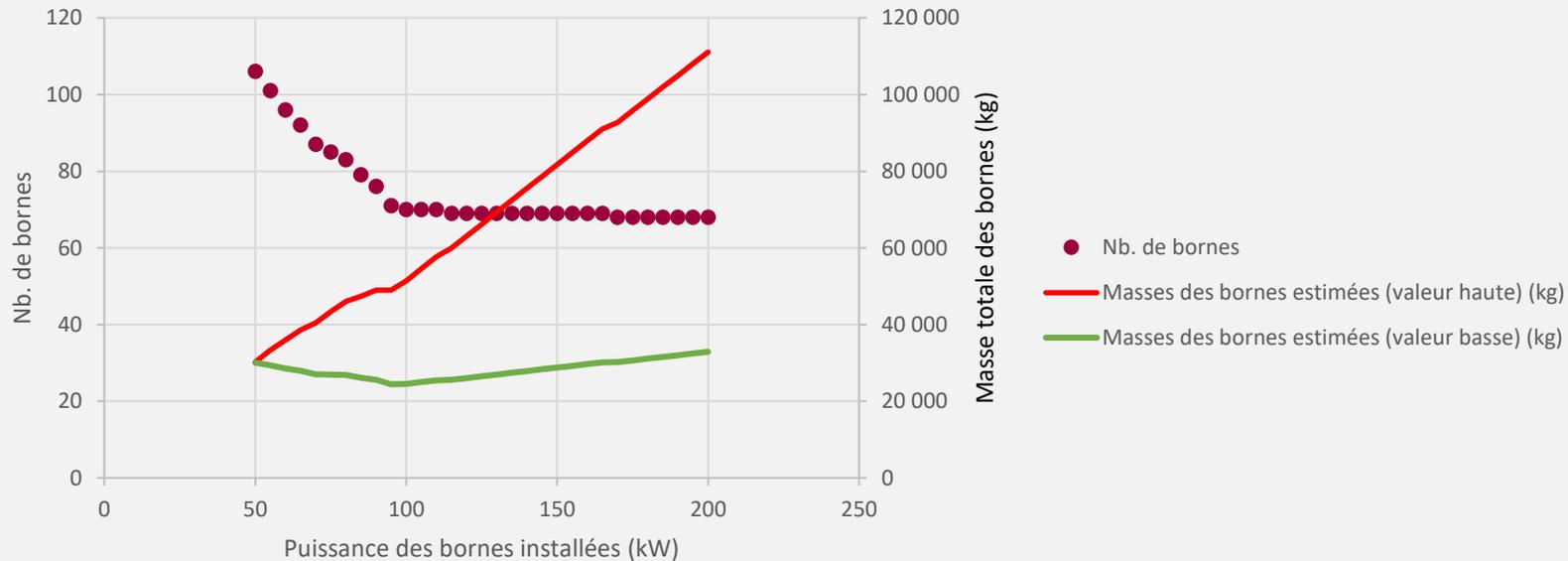


Figure 7 : Influence de la puissance des bornes installées sur le territoire sur le nombre de bornes nécessaires et la masse totale des bornes installées

Comparaison de scénarios

B- La puissance maximale de recharge des véhicules

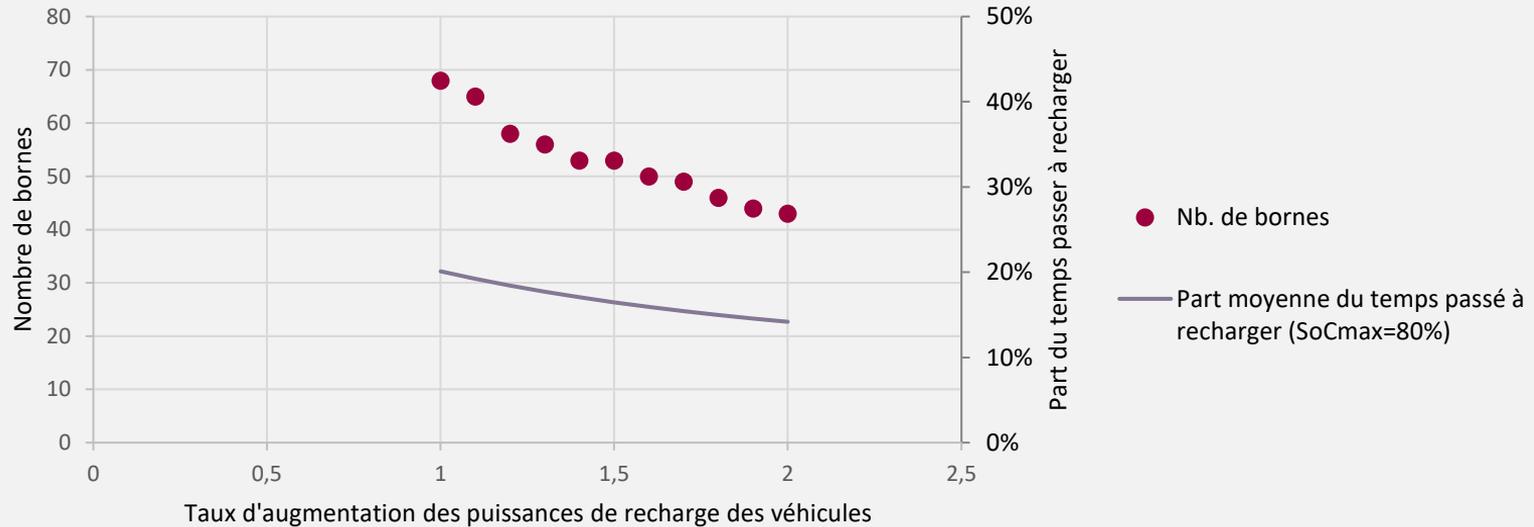


Figure 8 : Influence de l'augmentation de la puissance de recharge maximale des véhicules (en supposant la puissance des bornes suffisante) sur le nombre de bornes et sur les temps passés à recharger

Comparaison de scénarios

B- La puissance maximale de recharge des véhicules

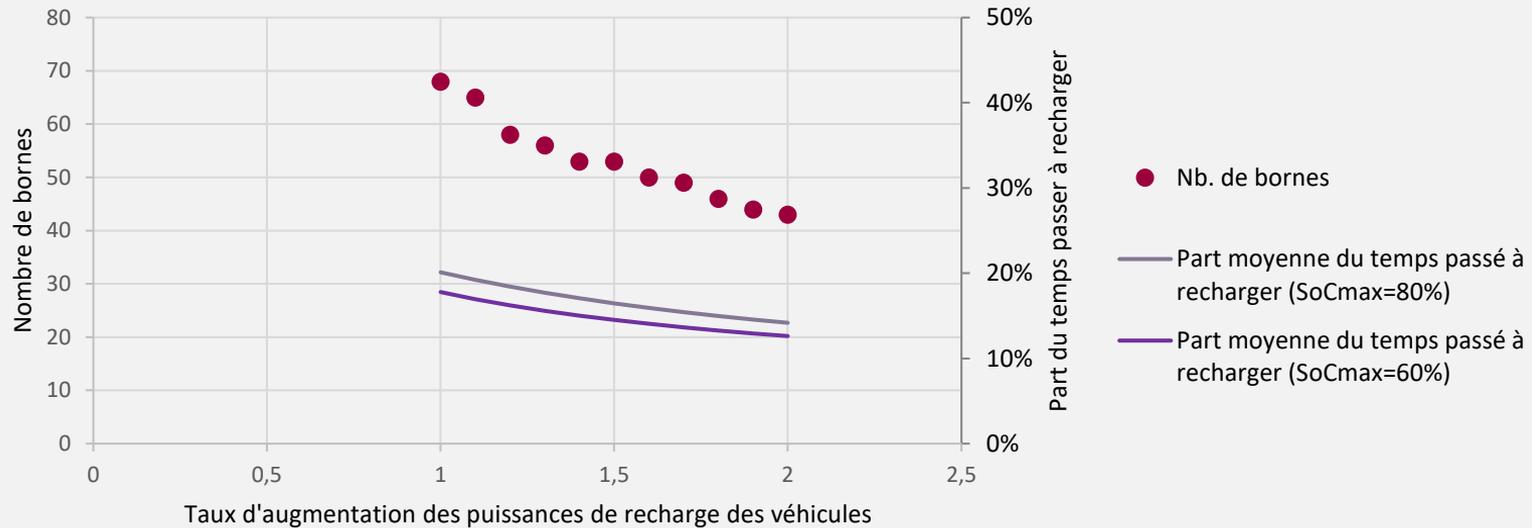


Figure 9 : Influence de l'augmentation de la puissance de recharge maximale des véhicules (en supposant la puissance des bornes suffisante) sur le nombre de bornes et sur les temps passés à recharger

Comparaison de scénarios

C- La capacité des batteries

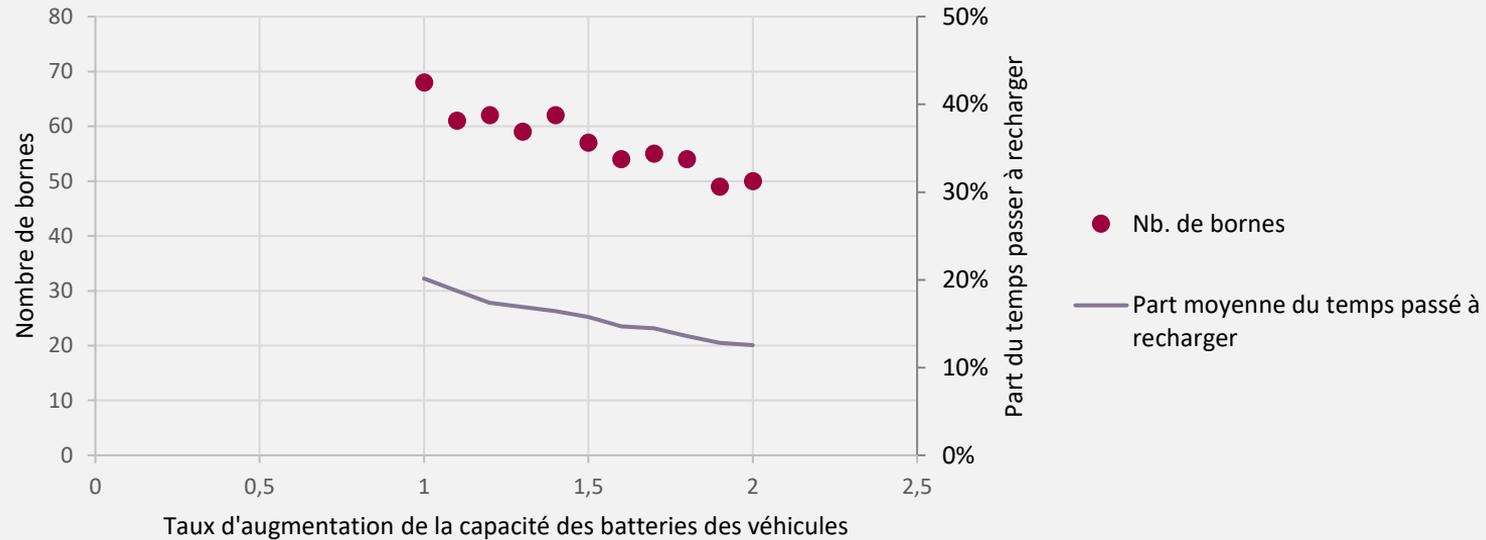


Figure 10 : Influence de l'augmentation de la capacité des batteries sur le nombre de bornes et les temps passés à recharger

Comparaison de scénarios

C- La capacité des batteries

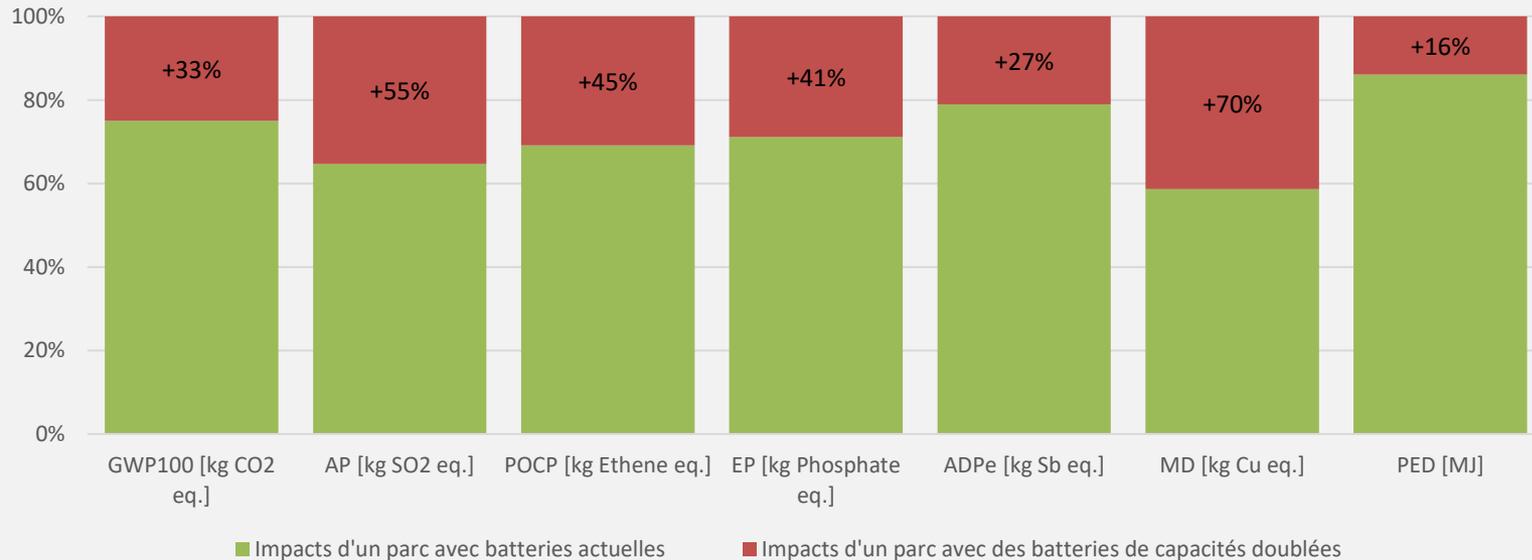


Figure 11 : Potentiels d'impacts environnementaux dus à l'usage de véhicules et à la consommation d'électricité liés à une heure de circulation des BEV sur l'A6 et conséquences de la multiplication par deux des capacités des batteries

Comparaison de scénarios

D- La densité du réseau

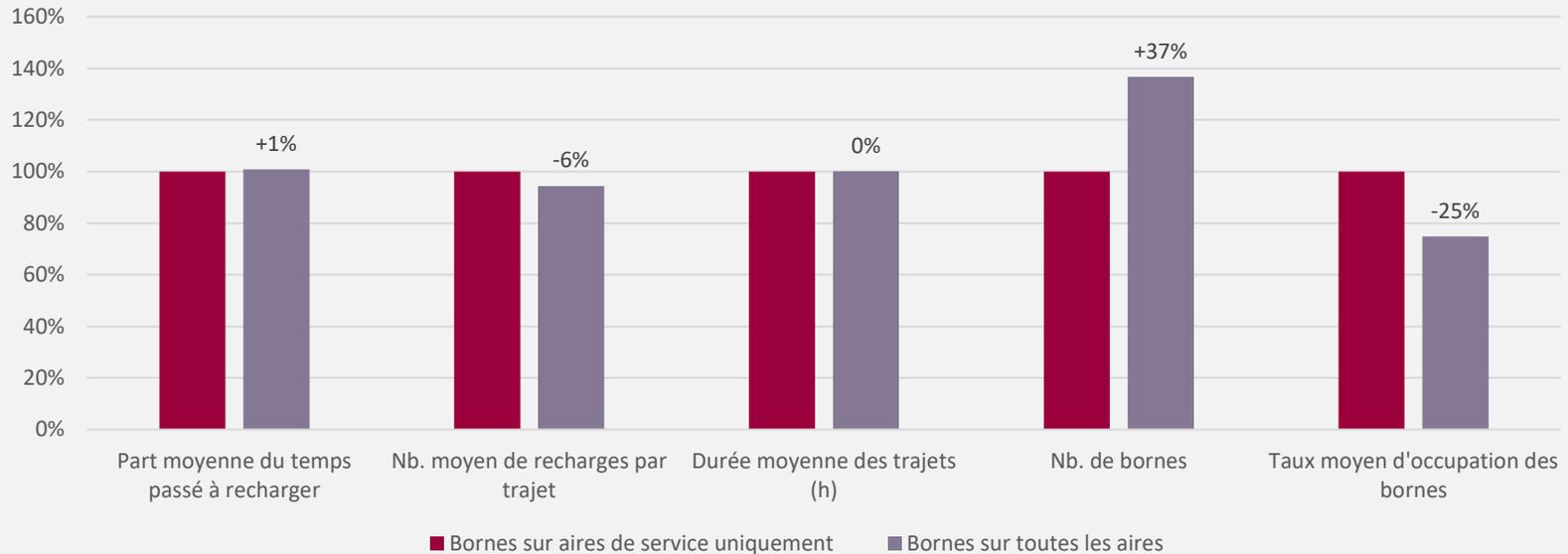
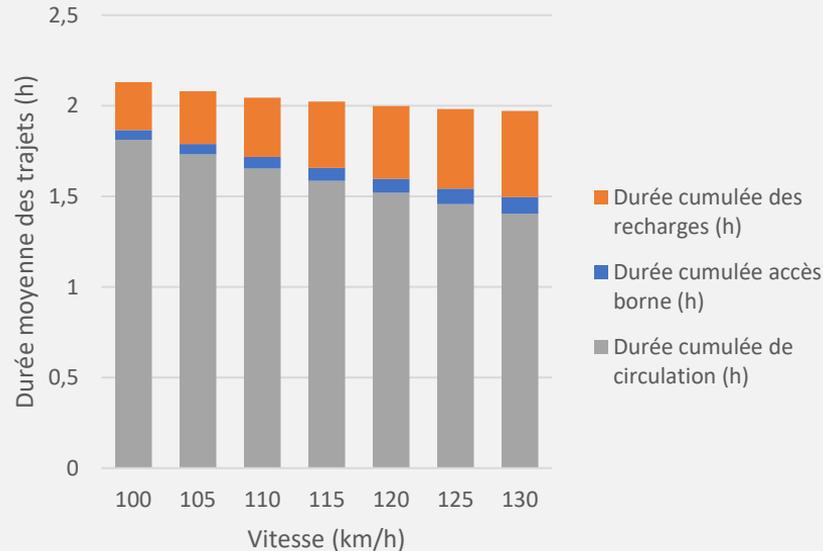


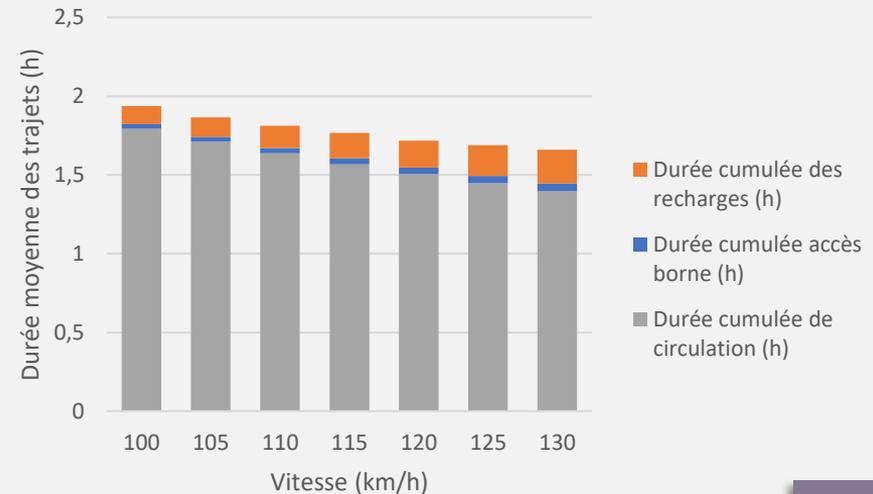
Figure 12 : Effet de l'installation des bornes sur toutes les aires au lieu de seulement sur les aires de service

Vitesse de circulation

Évolution du temps de trajet moyen en fonction de la vitesse de circulation pour les BEV de 2020 (bornes 175 kW)

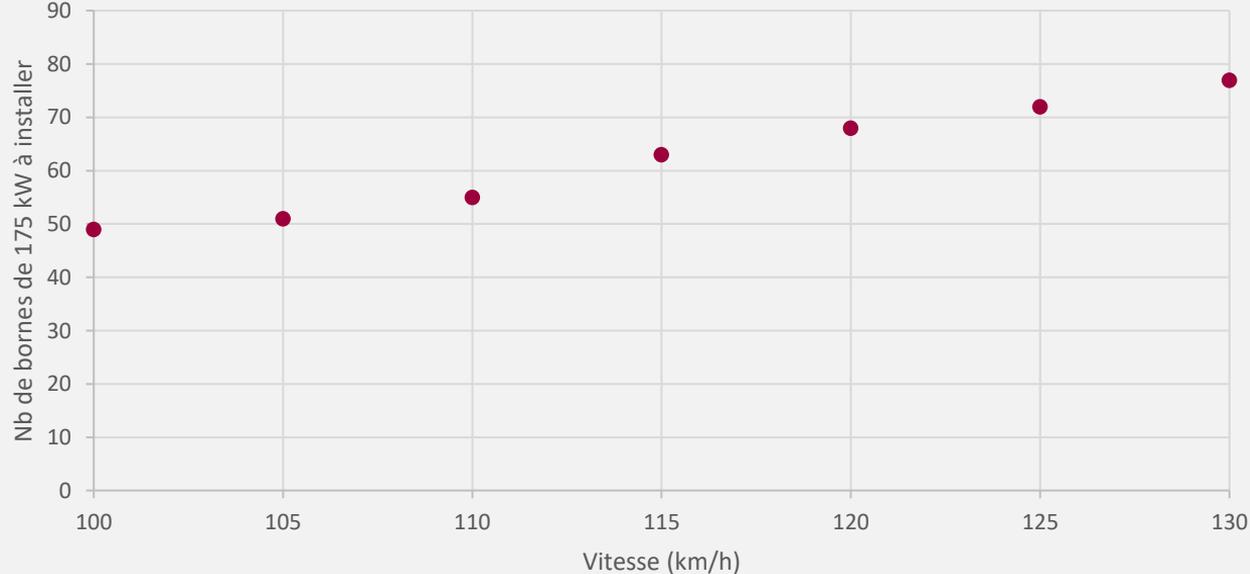


Évolution du temps de trajet moyen en fonction de la vitesse de circulation pour les BEV de 2030 (forte évolution technologique et bornes 175 kW)



Vitesse de circulation

Estimation du nb. de bornes nécessaires sur l'A6 à l'horizon 2024 en fonction de la vitesse de circulation des BEV



Complément évolution temps de trajet 2020-2030

