



**HAL**  
open science

## Comment accélérer l'adoption du véhicule électrique sur un territoire ? Le cas de l'agglomération paloise

Antoine Aggeri

### ► To cite this version:

Antoine Aggeri. Comment accélérer l'adoption du véhicule électrique sur un territoire ? Le cas de l'agglomération paloise. Sciences de l'Homme et Société. 2019. dumas-03103832

**HAL Id: dumas-03103832**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03103832>**

Submitted on 8 Jan 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

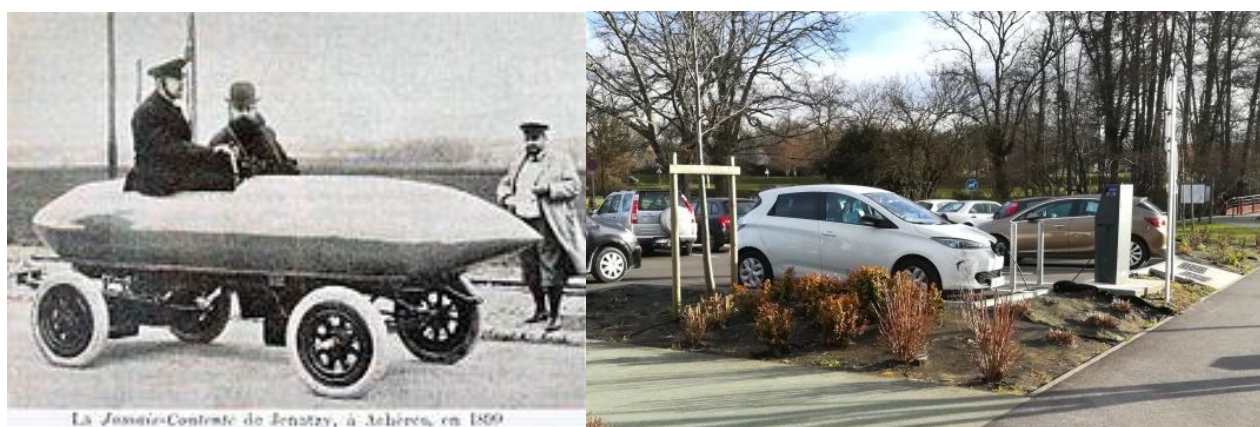
Copyright

**MEMOIRE DE MASTER**  
UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR  
Département de Géographie Aménagement  
Master DAST

**Antoine AGGERI**

**Sous la direction de Christine BOUISSET**

***Comment accélérer l'adoption du  
véhicule électrique sur un territoire ?  
Le cas de l'agglomération paloise***



Année universitaire 2018-2019

Mémoire de master 1



**MEMOIRE DE MASTER**  
**UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR**  
Département de Géographie Aménagement

**Antoine AGGERI**

**Sous la direction de Christine BOUISSET**

**Comment accélérer l'adoption du véhicule  
électrique sur un territoire ? Le cas de  
l'agglomération paloise.**

Année universitaire 2018-2019

Mémoire de master 1

Spécialité : DAST

Stage de 4 mois du 01/04/2019 au 31/07/2019

Structure d'accueil du stage et nom du service :

CAPBP Communauté d'Agglomération Pau Béarn Pyrénées

Service de la transition énergétique

Adresse :

Direction Opérationnelle des Déchets

Service de la transition énergétique

39 Avenue Larribau

64000 PAU

Maître du stage : Eric P., Directeur de service



## REMERCIEMENTS

Ce mémoire de master 1 est le résultat d'un travail de plusieurs mois. Je souhaite adresser tous mes remerciements aux personnes qui m'ont apporté soutien et aide lors de sa réalisation.

Tout d'abord j'adresse de grands remerciements à Madame Christine B., tutrice de ce mémoire, pour son aide précieuse, ses conseils et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer.

Merci à Monsieur Eric P. de m'avoir accueilli dans son service, suivi tout au long du stage et fait partager la vie du service de la transition énergétique.

Merci à toute l'équipe du service et de la DOP pour son accompagnement avec une mention spéciale pour Marie W., Lénaïg S., Emilie B. et Anaïs H. avec qui j'ai partagé le bureau.

J'exprime enfin ma gratitude à toutes les personnes rencontrées et interviewées lors des recherches que j'ai effectuées sur la mobilité électrique : particuliers, artisans, commerçants, professions libérales, personnel d'Enedis, employés des parkings souterrains, fonctionnaires territoriaux, présidents d'association, réparateurs de bornes etc. Sans leurs témoignages, le mémoire aurait beaucoup perdu en contenu.

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ADVENIR : programme de financement des bornes de recharge par les CEE

l'AFIREV : Association Française pour l'Itinérance de la Recharge Électrique des Véhicules

AMAP : Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne

AUBE : Association des Utilisateurs de Bornes Electriques

AVEM : Association pour l'Avenir du Véhicule Electro-Mobile

AVERE : Association des Véhicules Electriques Routiers Européens

AVERE France : Association pour le développement du véhicule électrique

BTP : Bâtiment Travaux Publics

CAPBP : Comunauté d'agglomération de Pau Béarn Pyrénées

CEE : Certificat d'Economie d'Energie

CDU : Centre de Distribution Urbain

CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone ou gaz carbonique

GNV : Gaz Naturel Véhicule

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

GNL : Gaz Naturel Liquéfié

kWh : Kilowattheure ou kilowatt-heure, énergie électrique consommée en une heure

LAURE : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie

Loi TECV : Loi pour la Transition Energétique et la Croissance verte

LOM : Loi d'Orientation des Mobilités

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

RFR : Revenu Fiscal de Référence

SDEPA : Syndicat D'Energie des Pyrénées Atlantiques

SUV : Sport Utility Vehicule

TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée

TVS : Taxe sur les Véhicules de Société

VAE : Vélo à Assistance Electrique

VE : Véhicule Electrique

ZEV : Zero Emission Vehicule

VTC : Voiture de Transport avec chauffeur

ZCR : Zone à Circulation Restreinte

ZFE : Zone à Faible Emission



## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	5
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	6
SOMMAIRE.....	8
INTRODUCTION.....	9
PREMIERE PARTIE CONTEXTUALISATION .....	17
DEUXIEME PARTIE : CARACTERISTIQUES DE LA MOBILITE ELECTRIQUE DANS L'AGGLOMERATION DE PAU.....	46
TROISIEME PARTIE : COMMENT REDEFINIR UNE POLITIQUE SUR LA MOBILITE ELECTRIQUE ? .....	60
CONCLUSION.....	80
BIBLIOGRAPHIE.....	82
SITOGRAFIE .....	82
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	88
ANNEXES .....	90
TABLE DES MATIERES .....	98
RESUME .....	100
MOTS-CLES.....	100

## INTRODUCTION

Les dégâts causés par la pollution de l'air et la chute drastique de la biodiversité ont entraîné une prise de conscience de plus en plus aiguë de la question écologique qui occupe désormais une place de plus en plus importante dans les débats au niveau local, national et supranational. Au premier rang des accusés se trouve le moteur à explosion, celui-là même qui a transformé la vie des foyers français en permettant le développement massif de la voiture individuelle thermique. L'arrivée de ce nouveau moyen de locomotion pratique, flexible et peu cher a entraîné une modification massive des habitudes de la population en démultipliant les trajets, en séparant les lieux de production, de résidence, de travail, de loisir et de consommation. L'adoption des voitures thermiques a profondément modifié la vie des citoyens en créant ce que l'on peut appeler la civilisation de la voiture individuelle qui peut être résumée par « le pavillon dans la petite ville, le travail en centre-ville et l'hyper-marché près de la rocade ». Ce système qui a souvent été un symbole de modernité et de liberté semble aujourd'hui de plus en plus remis en cause devant les engagements des Etats et la pression de l'opinion publique pour limiter le changement climatique avec une focalisation sur les rejets d'émission de CO<sub>2</sub> dont le tiers provient du secteur des transports en France.

De plus, dans des pays comme la France, les produits pétroliers qui servent majoritairement à faire rouler ces véhicules sont quasiment exclusivement importés, grèvent la balance commerciale (les importations de pétrole pour les transports représentaient 32 % de la consommation d'énergie finale et 31,6 milliards d'euros d'importations en 2015) et rendent nos transports et notre mode de vie dépendants de pays pas toujours irréprochables et connaissant une forte instabilité (comme certains pays du Moyen Orient).

Pour régler ces problèmes et pour réduire la place prise par la voiture en ville (celle-ci nécessite des voies d'au moins 3.5 mètres de large et 12 mètres carrés environ par place de stationnement), les pouvoirs publics, notamment locaux, tentent depuis plusieurs années de limiter la place de la voiture et l'utilisation de celle-ci en ville (limitation de la circulation, redynamisation des centres-villes, soutien aux déplacements en transports en commun ou à vélo...). Cependant, cette politique est complexe à mettre en place après plusieurs décennies de soutien exacerbé aux déplacements en voiture avec des aménagements et des villes qui ont été façonnés par et pour les voitures individuelles (création de voies rapides, de ronds-points, de parking etc...) et ont entraîné

une périurbanisation et un urbanisme en tâche d'huile. Tout ceci entraîne une dépendance accrue des individus à leurs voitures d'autant plus que beaucoup de commerces et de services de proximité ont disparu ces dernières années pour se retrouver concentrés dans des centres plus grands (souvent en périphérie des villes). Ainsi, pour de nombreux ménages, il est quasiment impossible de se passer de la voiture individuelle notamment pour ceux qui vivent dans les milieux ruraux et périurbains. Cette dépendance à leur voiture les rend extrêmement vulnérables face à une hausse des prix des carburants ou une limitation dans leur mobilité individuelle, ce que nous avons pu observer récemment avec la crise des « gilets jaunes ».

Face à ce constat, les pouvoirs publics ont d'abord tenté de soutenir la motorisation diesel qui, grâce à un meilleur système de traction, consomme moins de carburant (environ un quart en moins) et dégage donc moins d'émissions moyennes de CO<sub>2</sub> au km qu'une voiture à l'essence (environ 20 % de moins). Cette politique de soutien au diesel passait par un prix du gasoil plus avantageux que le prix de l'essence, des taxes sur les voitures de société et des bonus-malus calculés par rapport aux émissions de CO<sub>2</sub>. Dans ce contexte, les voitures à motorisation diesel dans les pays européens ont connu une croissance exponentielle de leurs immatriculations, notamment en France, où elles ont atteint leur apogée en 2015 où elles représentaient 62,4 % du parc automobile. Cependant se posa un grand problème environnemental car le moteur diesel, bien que consommant moins de carburant que l'essence, rejette bien plus de gaz toxiques et de particules fines que les autres motorisations alors que la pollution de l'air provoque de nombreuses maladies chroniques et tue environ 48 000 personnes par an. De plus, certaines marques automobiles avaient mis en place des stratégies en parties illégales pour masquer leurs réelles émissions de gaz polluants. Notamment, la marque Volkswagen avait mis en place un logiciel espion qui activait un système antipollution uniquement lors des phases de test pour avoir un taux très faible de rejet de gaz polluant lors de celles-ci mais qui explosait par la suite lors des conditions normales d'utilisation. Ce scandale, connu sous le nom de « Dieselgate » discrédita en grande partie la filière diesel européenne et entraîna une pression sur les politiques pour tenter de soutenir les alternatives au moteur thermique pour lutter contre la pollution de l'air mais aussi réduire les émissions de CO<sub>2</sub> (la moyenne des émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules neufs en France a augmenté entre 2017 et 2018 passant de 111 g/km à 112 g/km à cause de la hausse des immatriculations des véhicules à essence et des SUV).

Devant cet état de fait, les pouvoirs publics se mirent à modifier la législation pour favoriser les véhicules aux combustibles alternatifs à l'essence et au diesel (Gaz naturel liquéfié, hydrogène,

GPL, électricité etc.) ainsi qu'inciter et sur certains points contraindre les collectivités à améliorer leur politique environnementale notamment pour ce qui relève des restrictions de circulation dans les zones denses. Ces politiques avaient commencé depuis une vingtaine d'années en France avec la loi LAURE (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie promulguée le 31 décembre 1996) en imposant une obligation d'achat de 20 % de véhicules propres (fonctionnant à l'électricité, au gaz naturel liquéfié ou au gaz naturel) lorsque 20 véhicules ou plus de moins de 3.5 tonnes étaient achetés par les collectivités, les entreprises publiques des secteurs non concurrentiels ou les services publics. De plus, cette loi a créé la mise en place de PPA (Plan de Protection de l'Atmosphère) qui sont obligatoires pour les agglomérations de plus de 250 000 habitants et pour celles ayant connu ou risquant de dépasser les valeurs limites ou cibles (ce qui est arrivé dans l'agglomération paloise en 2007). Ces villes doivent mettre en place des objectifs à atteindre, ainsi que les mesures réglementaires ou portées par les acteurs locaux qui permettront de ramener les concentrations en polluants atmosphériques à un niveau inférieur aux valeurs limites. Le vote de lois sur ces sujets s'est largement accéléré ces dernières années avec tout d'abord la loi TECV (loi pour la Transition Energétique et la Croissance Verte promulguée le 17 août 2015) qui augmente les quotas pour les renouvellements de flottes de plus de 20 véhicules : les collectivités locales sont obligées d'en acheter 20 %, 50 % pour les services de l'Etat et les établissements publics (sauf ceux ayant un rapport à la sécurité) et en 2020 une obligation d'achat de 10 % sera appliquée pour les VTC, les taxis et les loueurs de voitures. En outre cette loi permet aux villes de mettre en place des stationnements et des zones de circulation privilégiée pour les véhicules à très faibles émissions (moins de 60 g de CO<sub>2</sub>/ par kilomètre). Enfin, cette loi a permis aux collectivités de pouvoir restreindre la circulation des véhicules les plus anciens et les plus polluants dans certaines zones qu'ils peuvent choisir avec une grande flexibilité grâce aux ZCR (Zone de Circulation Restreinte). La loi LOM (Loi d'Orientation sur les Mobilités) devrait créer les ZFE (Zone à Faible Emission) dont la mise place sera facilitée par rapport aux ZCR grâce à des aides de l'ADEME prévues pour les villes s'engageant à les installer. De plus, les villes de plus de 100 000 habitants devront obligatoirement envisager d'installer une ZFE. En outre la Loi LOM devrait permettre de réserver certaines voies aux véhicules à très faible émission.

En plus de ces lois fixant des obligations et des nouveaux moyens pour les collectivités locales et l'Etat afin de favoriser les modes de motorisation alternatifs, de nouvelles lois ont fixé des objectifs extrêmement ambitieux pour les ventes de voitures neuves. Ainsi de nombreux pays ont pour objectif l'interdiction des voitures thermiques, ce qui serait nécessaire pour respecter les accords internationaux signés. Selon une étude, si l'Union européenne veut respecter les accords de

Paris, elle devra réduire le nombre de voitures thermiques en circulation de 80 % d'ici 2035. Certains pays ont prévu la fin des ventes de voitures thermiques dans un horizon extrêmement proche : la Norvège la prévoit ainsi dès 2025 alors que les Pays-Bas et le Danemark la prévoient en 2030 tandis qu'en France et au Royaume-Uni la date a été actée pour 2040. La loi LOM prévoit d'atteindre le million de voitures électriques en 2022 contre 160 000 véhicules en circulation fin 2018. De plus, une directive votée en 2014 par la Commission européenne prévoit aussi une baisse drastique des émissions moyennes de CO<sub>2</sub> émises par véhicule vendu en visant 95 grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre à partir du 31 décembre 2020 et des amendes massives pour les marques ayant des émissions moyennes de CO<sub>2</sub> par voiture vendue supérieures à ce seuil. Ainsi, chaque gramme d'émission moyenne supérieur à 95 CO<sub>2</sub> vaudra à la marque concernée une amende calculée en multipliant les émissions de CO<sub>2</sub> supérieures à 95 grammes de CO<sub>2</sub> par 95 € (en 2018, les émissions de CO<sub>2</sub> moyennes dans l'Union européenne étaient de 118,1g de CO<sub>2</sub> par kilomètre, ce qui fait que pour une marque ayant en 2021 des émissions moyennes de CO<sub>2</sub> au kilomètre par voiture vendue égales à la moyenne de 2018 devra s'acquitter de 2 160 € par véhicule vendu). Nous pouvons en outre préciser que les véhicules dit « propres », c'est-à-dire ne rejetant aucun gaz lorsqu'ils roulent, comptent pour zéro gramme d'émission de CO<sub>2</sub> au kilomètre et sont comptés deux fois dans le calcul de la moyenne.

Devant cette remise en cause de plus en plus forte des voitures thermiques, la technologie ancienne de la motorisation électrique revient en force. Elle avait déjà connu son heure de gloire à la fin du XIX<sup>ième</sup> siècle et au début du XX<sup>ième</sup> siècle en étant la première motorisation atteignant la vitesse de 100 Km/h avec « la jamais contente » en 1899 (cf photo page de couverture) et étant jusqu'au début du siècle une des motorisations les plus utilisées : ainsi en 1900, environ un tiers des voitures en circulation en France et 37 % des voitures produites aux Etats-Unis étaient électriques. Ensuite, cette mobilité connut un déclin très rapide notamment suite à la massification de la production de voitures thermiques notamment impulsée par la Ford T dont la fabrication commença en 1908 et qui permit, grâce au travail et à l'assemblage à la chaîne, de provoquer une baisse drastique des prix de vente des voitures thermiques. Ce ne fut pas le cas pour les voitures électriques dont la construction s'avère beaucoup plus complexe à massifier à cause notamment de la production des batteries. En outre, les énergies sollicitées avantageaient les véhicules thermiques : le pétrole très facilement stockable et transportable grâce à sa densité énergétique exceptionnelle l'emportait sur l'électricité, très difficilement stockable et transportable. Les voitures thermiques ont ainsi pu atteindre très vite des autonomies considérables avec le déploiement de nombreuses

stations-services où elles pouvaient se réapprovisionner et regagner très rapidement leur autonomie. En revanche, les voitures électriques considérablement alourdies par les batteries n'offraient qu'une autonomie extrêmement faible et un long temps de recharge pour la regagner. Cependant, les avantages financiers et pratiques de la voiture thermique vis-à-vis de la voiture électrique semblent aujourd'hui se réduire peu à peu. En effet, le surcoût des voitures électriques par rapport aux voitures thermiques diminue de plus en plus grâce à l'effet combiné des aides de plus en plus fortes de la part de l'Etat et de la baisse rapide des prix de production des voitures électriques rendue enfin possible avec la massification de la production des batteries. En ce qui concerne les avantages en termes d'autonomie de la voiture thermique sur l'électrique, le progrès de la technologie a permis d'améliorer la densité énergétique de nouveaux types de batteries comme celles en lithium-ion qui permettent aux voitures d'avoir des autonomies largement supérieures aux distances parcourues par la majorité des automobilistes (150 kilomètres environ pour les voitures d'il y a 8-10 ans à environ 400 à 500 kilomètres - 300 kilomètres environ sur autoroute- pour les nouvelles versions avec les meilleures autonomies). En outre, les problèmes d'autonomie peuvent être en partie réglés avec les modèles hybrides qui peuvent faire une partie du trajet en fonctionnant à l'électricité et l'autre en fonctionnant avec de l'essence ou du gasoil. Ces types de véhicules permettent d'atteindre une autonomie égale aux véhicules thermiques mais aussi d'avoir une faible consommation énergétique notamment en ville.

La motorisation électrique semble donc bien placée pour remplacer les combustibles fossiles dans les transports notamment pour ce qui relève des voitures individuelles car les prix sont plus faibles et le choix de véhicule plus fourni que ceux d'autres technologies alternatives comme les voitures fonctionnant à l'hydrogène par exemple. Devant les progrès de la technologie et les avantages écologiques des voitures électriques, les prévisions de leur progression semblent très optimistes mais plusieurs facteurs pourraient ralentir cette croissance. Premièrement, pour que cette transition s'opère rapidement, il faudrait une participation active des acteurs de l'automobile, les constructeurs et les concessionnaires notamment, pour lancer de vastes plans de recherches pour améliorer la technologie, massifier la production, cibler les utilisateurs et les convaincre d'acheter ce type de véhicules. Cependant, malgré l'incitation des pouvoirs publics, les constructeurs et les concessionnaires ne font souvent pas preuve d'un enthousiasme débordant vis-à-vis d'une technologie qui risque de rendre obsolètes des décennies de recherches et des centaines de milliards d'euros d'investissement sur le moteur thermique. En outre, ils risquent de devoir acheter une grande partie de la valeur du véhicule à d'autres entreprises notamment en ce qui concerne les batteries et

surtout, les véhicules électriques qui disposent de beaucoup moins de pièces que les véhicules thermiques, nécessitent beaucoup moins de main d'œuvre pour les construire (ce qui entraîne l'opposition de certains syndicats contre la technologie) et les réparer ensuite alors que les réparations et entretiens représentent environ la moitié des bénéfices des concessionnaires.

Enfin, quatre principales critiques commencent à apparaître dans l'opinion et chez certains décideurs (comme Carlos Tavares, PDG de Peugeot ou Klaüs Frölich, directeur de recherche chez BMW). Premièrement selon ses détracteurs, les voitures électriques sont faussement propres car elles n'entraîneraient qu'un transfert de pollution des villes qui seraient plus propres grâce à un moindre rejet de gaz toxique vers une pollution massive dans les mines de cobalt en République Démocratique du Congo, dans les mines de terres rares en Chine ou près des centrales thermiques notamment à charbon pour produire cette électricité (ce qui peut nous rappeler les débats qui ont eu lieu lors du passage de l'éclairage au gaz vers l'électricité : les détracteurs de cette dernière critiquaient que le passage à l'électrique baisserait les rejets en ville mais les déplacerait vers d'autres lieux notamment près des centrales thermiques produisant l'électricité). La deuxième grande critique porte sur le basculement de notre dépendance envers les pays pétroliers vers les pays producteurs de métaux rares (lithium, cobalt etc...) et ceux fabricant les batteries de stockage (les pays asiatiques notamment). Troisièmement la voiture électrique serait trop chère par rapport à la voiture thermique pour intéresser vraiment les consommateurs. Pour finir, les consommateurs ne seraient pas intéressés par des voitures qui offrent de faibles autonomies et qui les contraindraient dans leur liberté de déplacement alors que l'installation de bornes de recharge en nombre suffisant serait très coûteuse.

Les autorités européennes, les gouvernements français successifs et les collectivités locales ont surtout agi pour tenter de réduire les deux derniers problèmes cités : ils ont tout d'abord mis en place de nombreuses aides pour l'achat de véhicules électriques. En ce qui concerne les bornes de recharge, de nombreuses aides existent pour leur installation avec des objectifs très élevés de l'Etat qui veut atteindre les 100 000 bornes sur voies publiques d'ici 2022 contre 22 500 installées fin 2018. Cette politique d'installation des bornes a été concédée aux communes et à leurs groupements depuis la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010, les premières ont en général transféré la compétence vers les syndicats d'énergie comme pour celles des Pyrénées-Atlantiques qui ont transféré cette installation au SDEPA (Syndicat D'Energie des Pyrénées Atlantiques).



L'installation des bornes a été souvent décidée de façon relativement technique avec la volonté de répartir de façon homogène les bornes sur le territoire du département. Ainsi, le SDEPA a décidé d'installer une borne tous les 25 kilomètres et un plus grand nombre de bornes dans les villes les plus peuplées. En termes de puissance, les bornes installées disposent quasiment toutes de la même puissance avec une puissance moyenne de 18 à 22 kWh qui permet de gagner 150 kilomètres d'autonomie en une heure de charge environ. Une seule borne sur les 108 a une puissance de 50 KWh qui permet d'atteindre la même autonomie en 20 minutes environ. Le SDEPA a ensuite délégué le choix des lieux d'installation des bornes aux services de l'agglomération qui choisirent de les implanter près des principales centralités des villes (grands parkings souterrains, près des lieux de loisirs, piscines, salles de sport et de concert, de centres de village ou de zones commerciales). Mais quelle efficacité présente cette politique d'installation standardisée pour répondre aux besoins des utilisateurs qui cherchent à maximiser les avantages (notamment le fait de pouvoir se charger à domicile et de pouvoir totalement automatiser la charge) et minimiser les désavantages (énergie difficilement stockable, lenteur de la recharge, autonomie plus faible etc.) vis-à-vis de la voiture thermique ? D'un autre côté, au-delà des importants moyens financiers qu'elle réclame, l'installation des bornes est en partie contrainte par la difficulté de stocker l'électricité ce qui peut entraîner des risques de surcharge rapide du réseau en cas d'installations trop importantes dans certains lieux. Nous pouvons aussi nous demander pour quels besoins les utilisateurs utilisent-ils les bornes de recharge ? Enfin, nous pouvons nous demander si le manque de bornes et les problèmes d'autonomie sont les principales causes du faible développement des véhicules électriques ou si d'autres freins ne l'expliquent-ils pas ?

Le but du stage, réalisé au sein du service de la transition énergétique de la CAPBP (Communauté d'Agglomération de Pau Béarn Pyrénées) fut donc d'étudier la mobilité électrique sur l'agglomération de Pau. Il s'agissait d'essayer de comprendre les enjeux de la mobilité électrique, son évolution actuelle ainsi que les raisons qui pourraient inciter la collectivité à favoriser la mobilité électrique dans une agglomération où 79 % des déplacements s'effectuent en voiture, où 24 % de l'énergie consommée du territoire provient des produits pétroliers et où 20 % des émissions de CO<sub>2</sub> proviennent du secteur des transports. Les données collectées durant et en dehors du stage, par lectures, recueil de statistiques, élaboration de cartes, entretiens de particuliers, petits entrepreneurs, concessionnaires, installateurs de bornes, nous ont dirigé vers les questionnements suivants :



**Quel rôle peut avoir la mobilité électrique dans la transition énergétique de l'agglomération paloise ? Comment la politique de soutien et de développement du véhicule électrique peut-elle être dans la mesure du possible en adéquation avec les usages des propriétaires ou des futurs acquéreurs de véhicules électriques ? Quelles autres formes pourrait revêtir la mobilité électrique ?**

Pour répondre à ces questions, nous commencerons par contextualiser la mobilité électrique en rappelant notamment son évolution récente et les politiques publiques mises en place pour favoriser son développement. Pour ce faire, nous commencerons par analyser les raisons qui font que, malgré une histoire chaotique, le véhicule électrique qui était longtemps tombé dans l'oubli, connaît aujourd'hui une nouvelle jeunesse. Ensuite, nous essayerons de définir les avantages environnementaux et techniques que peuvent procurer les véhicules électriques par rapport aux autres motorisations. Enfin, nous essayerons d'analyser les différentes politiques publiques en France et à l'étranger ainsi que leurs efficacités respectives.

Notre deuxième partie présentera une analyse de la mobilité électrique dans l'agglomération Paloise. Tout d'abord nous réaliserons une analyse quantitative de la mobilité électrique dans l'agglomération Paloise en recensant les propriétaires de véhicules électriques ainsi que leur répartition sur l'agglomération. Ensuite, à l'aide des 18 entretiens réalisés, nous étudierons de manière plus qualitative quels sont les profils des personnes ayant adopté le véhicule électrique, les raisons les ayant poussés à faire ce choix, les utilisations de leur véhicule et pour finir les raisons qui peuvent en ralentir l'adoption.

Nous terminerons par voir comment la communauté d'agglomération pourrait redéfinir une politique publique. En commençant tout d'abord par analyser la politique d'installation de bornes de recharge déjà menée par l'agglomération avec ses forces et ses faiblesses. Nous nous demanderons ensuite comment la communauté d'agglomération pourrait adapter sa politique aux attentes des usagers que ce soit au niveau de l'installation des bornes de recharge mais aussi de la mise en place d'autres stratégies possibles pour améliorer le bilan énergétique et inciter les personnes à acheter un véhicule électrique. Pour finir cette partie, nous envisagerons les autres formes de mobilité électrique qui pourraient en partie remplacer la voiture électrique.

## PREMIERE PARTIE CONTEXTUALISATION

### 1. Une Histoire chaotique mais un contexte très porteur

#### 1.1. Une motorisation promise à un bel avenir à la fin du XIX<sup>ième</sup> siècle mais qui semblait être tombée dans l'oubli...

Lors du développement de l'automobile trois technologies se sont affrontées :

- Tout d'abord ce sont les voitures à vapeur qui furent les premières voitures créées à la fin du XVIII<sup>ième</sup> siècle mais, connaissant très peu d'innovations, leurs ventes s'effondrèrent,
- Les voitures thermiques fonctionnaient exclusivement à l'essence à cette époque-là
- Les voitures électriques.

La concurrence pour savoir laquelle de ces deux dernières technologies (nées approximativement en même temps) pourrait s'imposer dans la nouvelle filière automobile fut féroce. En effet, le secteur automobile était fortement soutenu par les pouvoirs publics qui souhaitaient chasser les voitures hippomobiles (tractées par les chevaux) afin de réduire les terres agricoles nécessaires à leur nourriture et le fumier qu'ils déposaient en ville mais aussi de promouvoir une nouvelle activité économique (via principalement la construction de routes et la priorité donnée à la voiture). La voiture électrique dont le premier modèle fut créé en 1880 et dont les premières mises sur le marché datent de 1893, fit valoir de nombreux arguments face à sa grande rivale notamment en ville : ainsi elle consomme beaucoup moins d'énergie que les voitures à essence, peut se recharger à domicile et elle est aussi beaucoup plus facile à démarrer que les modèles à essence qui s'allument à la manivelle et qui rejettent de nombreux gaz toxiques. Ainsi à la fin du XIX<sup>ième</sup> siècle la voiture électrique était promise à un brillant avenir car elle séduisait de plus en plus d'utilisateurs : les taxis parisiens ou les services postaux par exemple. Cependant, malgré de nombreuses courses gagnées et un progrès dans l'autonomie des batteries (certaines voitures vendues en 1900 atteignaient entre 60 et 75 kilomètres d'autonomie en roulant à 15km/heures), les voitures électriques furent distancées technologiquement par les voitures à essence qui connurent de notables améliorations : le démarreur facilita le démarrage du moteur à explosion et une hausse exponentielle de l'autonomie fut permise grâce à la très forte densité

énergétique du pétrole. Ces améliorations technologiques et notamment celle de l'autonomie, permirent aux voitures thermiques de mieux coller aux demandes des consommateurs et des producteurs. Les voitures thermiques considérées comme plus fiables que les voitures électriques et plus en phase avec les demandes des consommateurs, connurent un développement massif de leur production ce qui entraîna une chute de leur coût de production et de leur prix de vente du fait des économies d'échelles réalisées. Leur production de masse permit aussi d'améliorer notablement leurs capacités en termes de vitesse, d'autonomie, etc... De leur côté, les voitures électriques furent peu à peu délaissées par les constructeurs ce qui entraîna une stagnation de leurs prix et de leurs performances. S'ensuivit la disparition quasi totale des tractions électriques sur les routes au cours des années 1920-1930.

Après une longue période d'oubli, la traction d'origine électrique commença à nouveau à intéresser les pouvoirs publics quand s'aviva la lutte contre la pollution de l'air et la dépendance énergétique matérialisée par le choc pétrolier de 1973. Ainsi les états américains, allemands, japonais et français lancèrent à partir de la fin des années 1960 et début des années 1970 des programmes de recherche sur les véhicules électriques et hybrides. Toutefois, les recherches et la production de ces voitures ne donnèrent naissance qu'à des voitures expérimentales qui ne furent utilisées que par certaines entreprises comme EDF et les quelques modèles commercialisés furent des échecs commerciaux comme la CGE Grégoire. Cette politique de recherche continua dans les années 1980 avec la création de quelques voitures électriques comme la Peugeot 205 électrique et de quelques véhicules utilitaires comme un Master électrique qui ne furent produits qu'en très faibles séries. Cependant, la technologie commença vraiment à prendre son envol durant les années 1990 notamment aux Etats-Unis et plus particulièrement en Californie. En effet, en 1988 General Motors teste l'EV1 qui est une des premières voitures électriques qui n'est pas une voiture à essence électrifiée et qui par conséquent connaît des performances bien meilleures que les autres voitures électriques en pouvant atteindre les 145 km/heure et les 90 à 150 km d'autonomie pour les premières versions, 120 à 160 pour les deuxièmes versions. Devant ces progrès technologiques, la Californie décide de faire voter le ZEV (Zero Emission Vehicle) en 1990 qui prévoit la vente de 2 % de véhicules sans émissions en 1998 et 10% en 2003. Pour se conformer à la législation, beaucoup de constructeurs américains et japonais décident donc de lancer de nouveaux véhicules électriques et hybrides rechargeables. Cependant, les constructeurs furent accusés de jouer un double jeu en désincitant les consommateurs à s'équiper en voiture électrique (obligation de répondre à des questionnaires avant de louer une voiture électrique, licenciement des meilleurs vendeurs,

impossibilité d'achat etc...) pour éviter de perdre les revenus générés par les réparations, qui sont bien moindres sur un véhicule électrique, mais aussi pour saborder la réglementation. Devant les faibles ventes et le lobbying des compagnies, la Californie repoussa plusieurs fois les échéances puis annula tout simplement la loi en 2002 devant la pression de l'administration Bush, des compagnies pétrolières et de certains constructeurs qui attaquent la loi en justice. Les Etats-Unis et la Californie décidèrent donc de soutenir la voiture à hydrogène. Les constructeurs ont donc fini par reprendre toutes les voitures électriques qu'ils avaient louées pour les détruire ou les donner à des musées alors que la grande majorité des utilisateurs souhaitaient conserver leur véhicule. En France aussi quelques véhicules électriques furent mis en vente notamment par le groupe PSA : avec les Citroën Ax électriques, les 106 électriques et les Saxo électriques à la fin des années 1990 qui s'étaient vendues à 65 000 exemplaires mais qui s'arrêtèrent en 2002 devant les faibles montants. Le début des années 2000 semblait marquer la fin des voitures électriques avec l'arrêt de la production et l'arrivée de voitures hybrides non rechargeables comme la Prius qui semblait représenter la nouvelle génération des « voitures propres ».

## **1.2. Un retour en grâce permis par un contexte de plus en plus porteur lors de la deuxième décennie du XXI<sup>ème</sup> siècle**

La réapparition de la voiture électrique qui commence au cours de la deuxième décennie du XXI<sup>ème</sup> siècle, s'explique par plusieurs facteurs. Tout d'abord le risque d'atteindre le pic de production pétrolière (moment à partir duquel la production devrait décroître), a entraîné une hausse du prix du pétrole en 2008, même si ce « pic pétrolier » n'a pas eu lieu grâce à la hausse de production de gaz de schiste et de sables bitumineux, pourtant très coûteuse en termes financiers et environnementaux. D'un autre côté, les problèmes environnementaux ont pris de plus en plus d'importance dans les agendas politiques et les voitures thermiques semblent de plus en plus critiquées à cause de leurs émissions de CO<sub>2</sub> et de la pollution de l'air qu'elles entraînent malgré la baisse importante d'émission de CO<sub>2</sub> par kilomètre (162 grammes/kilomètre en 2000 contre 112 en 2018). En effet, la technologie diesel qui est en grande partie responsable de cette baisse des émissions de CO<sub>2</sub>, est décriée par ailleurs à cause des pollutions importantes de particules fines qu'elle émet. De plus, le moteur thermique se retrouve pris en tenaille par les régulateurs qui demandent moins de rejets de gaz toxiques et de particules fines : pour répondre à ces exigences,

les constructeurs sont incités à promouvoir les modèles à essence ou des modèles diesel avec des filtres à pollution mais ces motorisations moins polluantes alourdissent les véhicules et entraînent une hausse de la consommation de carburant et donc des émissions de CO<sub>2</sub> !

Les véhicules électriques profitent aussi de progrès technologiques qui les rendent de plus en plus attrayantes. Tout d'abord, les nouvelles voitures électriques utilisent la technologie lithium-ion qui a permis d'augmenter massivement la densité énergétique, celle-ci est comprise aujourd'hui entre 150 et 250 Watt/kg contre 120 Watt/kg pour les meilleures densités des anciennes batteries. La densité énergétique est un élément essentiel de la performance des véhicules électriques car plus elle est élevée plus il est possible de réduire la place et le poids de la batterie : ces deux facteurs compliquent la conception et augmentent la consommation surtout lorsque la vitesse est forte. Le deuxième avantage des batteries lithium-ion réside dans leur capacité à supporter de nombreuses recharges permettant ainsi de conserver une batterie environ 10 ans à plus de 80 % de ses capacités (seuil à partir duquel les constructeurs garantissent la plupart du temps la batterie). Une autre évolution favorable provient de la création de nouvelles bornes de recharge qui permettent de gagner de plus en plus d'autonomie en moins en moins de temps : par exemple, les bornes du nouveau réseau Ionity (créé par plusieurs marques automobiles) de 350 Kilowatt de puissance permettent de regagner 120 kilomètres en 3 minutes de charge. En outre de nouvelles technologies de batteries commencent à apparaître comme la technologie des batteries à électrolytes (substances conductrices) solides qui pourrait permettre d'entraîner une hausse massive de la densité qui pourrait atteindre entre 600 et 800 Watt par kilogramme et même 1 000 selon certaines annonces. En outre, cette technologie permettrait de réduire certains risques d'explosion qui ont eu lieu dans certaines voitures électriques, de ne plus perdre de batterie lors de fortes chaleurs ou de grands froids et enfin, de recevoir des charges plus importantes. Toutes ces évolutions technologiques entraînent une hausse rapide de l'autonomie qui est considérée comme l'un des principaux freins à l'adoption de la voiture électrique. Ainsi, certaines nouvelles versions de voitures électriques ont déjà des autonomies de 400 à 500 kilomètres environ comme les Tesla ou la Renault Zoé, alors que les batteries à électrolytes solides pourraient permettre d'atteindre les 1 000 kilomètres c'est-à-dire l'autonomie actuelle des voitures thermiques avec un poids compris entre 150 et 300 kilogrammes environ alors qu'il faudrait 1 tonne de batterie d'aujourd'hui et seulement 40 à 50 kilogrammes pour

les voitures thermiques. Cependant, cette technologie ne devrait apparaître que dans cinq ans environ.

Une autre évolution favorable à la voiture électrique est la chute des prix de construction entraînée par les économies d'échelles liées à la massification de la production. Cette baisse des prix devrait surtout toucher les batteries (qui représentent actuellement 35 % du prix de la voiture) dont le prix a déjà été divisé par quatre depuis 2008 tout en ayant une autonomie qui a été multipliée par deux. Cette baisse de prix devrait se poursuivre avec l'augmentation de la production qui devrait exploser avec la création de nouvelles gigafactories qui devraient permettre de faire chuter les prix des batteries. Cette baisse devrait être extrêmement rapide selon certaines prévisions : le prix des batteries pourrait être ainsi divisé par 7 entre 2017 et 2027 et selon Bloomberg le coût des batteries ne représenterait plus que 20 % du coût de la voiture en 2025. De plus, les autres composants de la voiture pourraient être aussi moins onéreux grâce aux économies d'échelles entraînées par la hausse de la production : Renault prévoit ainsi de doubler la production de Zoé à 120 000 unités d'ici 2021 et Volkswagen prévoit de produire 15 millions de voitures électriques par an à partir de 2025 grâce à 44 milliards d'investissements. Grâce à la baisse des coûts de fabrication des voitures électriques et à la hausse des coûts que devront supporter les véhicules thermiques pour répondre aux nouvelles normes environnementales, le prix des premières pourrait devenir plus faible que celui des voitures thermiques dès 2024 sans subvention étatique.

### 1.3. Importance cruciale du secteur des transports pour la transition énergétique

Le secteur des transports en France dont les 32,7 millions de voitures individuelles, consomme beaucoup d'énergie et rejette énormément de gaz à effet de serre. 28 % des émissions de CO<sub>2</sub> et 27 % de la consommation d'énergie finale en France lui sont imputables. Les voitures particulières représentent les deux tiers de la consommation d'énergie du secteur et elles ont un coût élevé pour la facture énergétique car plus de 90 % des carburants utilisés viennent du pétrole ce qui représente 31,6 milliards d'euros d'importations en 2015. Ainsi pour 100 euros d'achat de carburant aujourd'hui, 33 euros quittent la France vers les pays producteurs ou des compagnies énergétiques étrangères. En outre, le secteur des transports provoque de nombreux dégâts en termes de santé publique avec le rejet de gaz (dont le dioxyde d'azote rejeté à 59 % par le secteur routier) et de

particules fines (rejetées à 12% par le secteur routier). Cette pollution provoquerait la mort d'environ 48 000 personnes par an en France mais la diminution de ces impacts par le changement de véhicules ou de mode de motorisation sera forcément lente puisque le parc automobile se renouvelle tous les 9 ans environ.

En ce qui concerne l'agglomération de Pau, les transports provoquent 20 % des émissions de CO<sub>2</sub> et sont responsables de 60 % des émissions de dioxyde d'azote et 22 % des particules fines selon PPA de 2011. Ceci est surtout dû aux trajets domicile-travail qui sont en moyenne de 23,2 kilomètres par jour dans l'agglomération.

#### 1.4. Les différentes offres de véhicules électriques

Il existe deux types de véhicules qui nécessitent des recharges : il y a tout d'abord les hybrides rechargeables qui sont des voitures qui disposent d'un moteur électrique et d'une batterie avec une autonomie électrique (comprise entre 30 et 60 kilomètres environ) ainsi qu'une motorisation thermique pour pouvoir rouler à haute vitesse et d'avoir une autonomie importante. Ce système permet de bénéficier de certains avantages de la voiture électrique (confort de conduite, faible consommation d'énergie et prix des recharges, régénération des batteries) lors des petits trajets notamment en ville mais de disposer aussi d'une grande autonomie grâce aux moteurs essence. Cependant, ces véhicules ont aussi certains inconvénients : ils comportent tout d'abord beaucoup de pièces comme les moteurs thermiques qui peuvent engendrer de nombreuses réparations mais ils peuvent aussi consommer beaucoup d'essence lorsqu'ils ne sont plus en mode électrique car le véhicule est alourdi par les batteries. Enfin, il existe un choix assez restreint de ce type de véhicules qui sont souvent cantonnés aux voitures haut de gammes (SUV, 4/4 et voitures sportives), ce qui fait que leurs prix sont en général élevés (généralement proches des 30 000 € pour les voitures les moins chères du segment alors que certaines voitures peuvent dépasser les 100 000 €) et qu'en outre les aides étatiques ont été supprimées.



L'autre type de véhicule est la voiture 100 % électrique qui fonctionne exclusivement à l'électricité. Les modèles électriques sont encore assez peu nombreux et il n'y aurait qu'une vingtaine de modèles dont la majorité n'ont que des ventes confidentielles. Les prix de ces véhicules varient en fonction des gammes des voitures en vente mais pour l'instant le prix des voitures neuves électriques ne descend pas en dessous de 20 000€ (hors bonus étatique) à part pour des voitures très spécifiques comme les Twizy (qui ne disposent que de deux places, quasiment pas de coffre et une vitesse limitée entre 45 et 80 kilomètres/heure) et seule la citadine Renault Zoé semble atteindre ce prix sans inclure l'achat des batteries qui sont en location (pour un prix variant de 69 € à 119 € par mois en fonction du kilométrage de la voiture). Les autres voitures électriques du début de gamme où les batteries sont comprises coûtent entre 25 000 et 35 000 € environ (Nissan Leaf, Renault Zoé, Peugeot Ion, Volkswagen e-Up etc...). Des voitures électriques un peu plus haut de gamme existent et coûtent plus de 35 000 € comme la BMW i3, la Tesla modèle 3 ou la Kia Niro avec certaines voitures pouvant nécessiter plus de 50 000 € comme la plupart des autres Tesla par exemple. De nouvelles voitures électriques devraient apparaître à la fin de l'année comme la Peugeot e208 (qui devrait coûter environ 30 000 €) ou la Skoda citigo-e IV (qui devrait coûter 20 000 €) par exemple. Un marché de l'occasion commence à se développer avec des offres de voitures électriques qui démarrent entre 8 000 et 10 000€ (souvent avec la location des batteries).

En ce qui concerne le coût de l'énergie nécessaire pour faire rouler le véhicule, il dépend du prix de l'électricité qui varie en fonction des contrats des personnes et des fournisseurs d'électricité ainsi que de la consommation d'électricité qui varie plus en fonction des types de véhicule et de conduite que pour une voiture thermique (ainsi une voiture électrique se recharge en décélérant ou en descente et consomme beaucoup quand les feux sont allumés ainsi que le chauffage). Toutefois, on peut estimer la consommation d'une voiture électrique entre 12 et 20 KWH avec une consommation de voiture électrique qui est souvent d'environ 15 KWh pour les voitures comme la Zoé ou la Leaf et plutôt de 20 KWh pour des voitures plus grosses et sportives comme les Tesla. Ainsi les prix moyens des recharges pourraient être estimés comme dans le tableau ci-dessous.



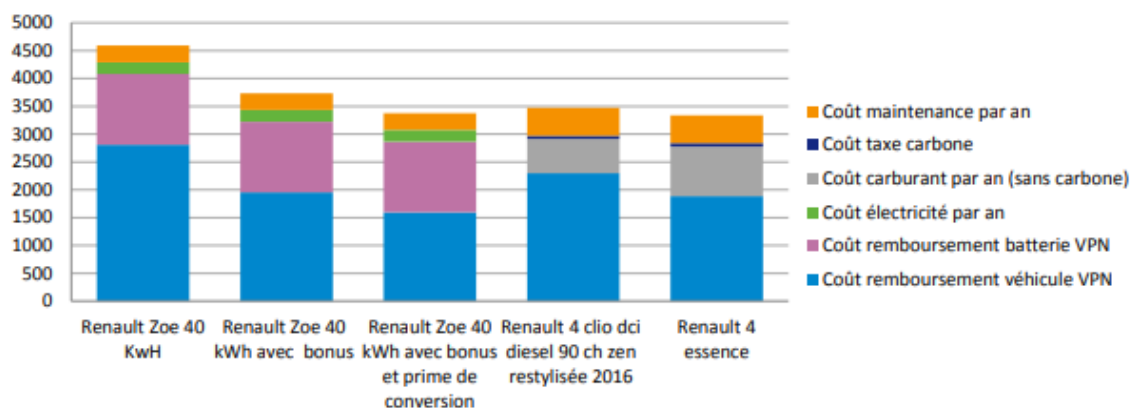
**Tableau 1 : Prix moyen de recharge des voitures électriques en fonction de la consommation pour 100 km et des heures de chargement avec un prix de 0,146 €/kWh**

	Heure pleine	Heure creuse
12 kWh/100 km	1.75 €/100 km	1.5 €/100 km
15 kWh/100 km	2.20 €/100 km	1.9 €/100 km
20 kWh/100 km	2.90 €/100 km	2.5 €/100 km

Source : <https://www.automobile-propre.com/dossiers/cout-prix-recharge-voiture-electrique/>

Ainsi, il apparaît qu'en général le coût de l'énergie électrique revient environ à 4 à 5 fois moins cher que celui du carburant nécessaire aux voitures thermiques. Le prix de l'entretien est aussi très inférieur à celui des voitures thermiques. En conséquence, on estime que les voitures électriques les moins chères du marché (Zoé ou Leaf par exemple) deviennent plus intéressantes financièrement (en comptant l'achat, l'entretien, l'installation d'une borne à domicile -environ 1 000€- et les aides de l'état (que nous verrons par la suite) qu'une voiture équivalente thermique (les nouvelles Clio ou les C4) à partir de 15 000 Kilomètres parcourus par an. Cet intérêt apparaît dès la première année quand les batteries sont en location : par exemple, des Zoé neuves avec les aides de l'Etat sont souvent moins chères à l'achat aujourd'hui que des voitures comme des Clio (même si avec peu de kilomètres la location des batteries revient plus cher que le coût du carburant). En revanche, pour les achats incluant les batteries, les voitures électriques commencent à devenir moins onéreuses au bout de 3 à 7 ans en permettant de faire environ 900 € d'économie par an sur une base de 15 000 kilomètres parcourus. De plus, les voitures électriques disposeraient de moteurs plus robustes qui pourraient effectuer jusqu'à 1 000 000 de kilomètres et ne nécessiteraient de quasiment aucun entretien hormis le contrôle de la batterie, des pneus et des freins (qui s'usent selon le poids du véhicule). La voiture électrique pourrait même commencer à être plus intéressante à partir de 10 000 kilomètres parcourus par an avec la prime à la conversion de 2 500 € pour un véhicule neuf comme nous pouvons le voir dans la figure 2 ci-dessous.

**Graphique 1 : Comparaison du coût de revient annuel entre voitures neuves électriques (Zoé) et thermiques (Clio et Renault 4) équivalentes en termes de gamme**



Source : France Stratégie

Source : [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2018-rapport\\_les-politiques-publiques-en-faveur-des-vehicules-a-tres-faibles-emissions\\_0.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2018-rapport_les-politiques-publiques-en-faveur-des-vehicules-a-tres-faibles-emissions_0.pdf)

Enfin, il existe quelques véhicules utilitaires 100 % électriques notamment de marque Renault, Nissan, Mercedes ou Citroën dont les meilleures autonomie atteignent les 200 kilomètres. Pour ce qui est de l'intérêt économique, il peut apparaître à partir de 5 ans pour une utilisation de 200 kilomètres par jour.

### 1.5. Comparaison des différents avantages et inconvénients technologiques avec d'autres carburants alternatifs

Plusieurs carburants sont en concurrence pour remplacer les motorisations essence et diesel. L'**hydrogène** pourrait être une solution. En effet, ce carburant permettrait de bénéficier de certains avantages de l'électrique notamment le fait de n'émettre aucun gaz toxique lors de son utilisation (il ne rejette que de l'eau) et de fonctionner grâce à un courant électrique. D'un autre côté, l'hydrogène pourrait aussi disposer des avantages de l'essence : sa densité énergétique exceptionnelle (2.8 fois supérieure à celle de l'essence et 2.1 fois supérieure à celle du gaz naturel), lui permet d'offrir des motorisations dont l'autonomie peut être égale voire même supérieure à celle de l'essence (ainsi 1kg d'hydrogène pourrait permettre d'effectuer 100 kilomètres) et de pouvoir se

recharger aussi plus rapidement. Enfin, l'hydrogène qui est l'élément le plus abondant sur terre (présent notamment dans l'eau) ne risque pas de connaître des problèmes de raréfaction.

Cependant, la technologie hydrogène pose de nombreux problèmes. Premièrement, l'hydrogène qui est très peu présent à l'état naturel sur terre, coûte extrêmement cher à extraire, il faut donc le produire soit avec de l'eau et des hydrocarbures, c'est ce que l'on appelle le vaporeformage (qui représente plus de 80 % de la production actuelle) ce qui entraîne des émissions de CO<sub>2</sub> importantes en amont d'environ 100 grammes de CO<sub>2</sub> pour 100 kilomètres « du puits à la roue » (comptant les rejets de CO<sub>2</sub> de l'extraction, la production du carburant et la combustion du carburant) contre 160 grammes pour 100 kilomètres pour les voitures thermiques. D'autres techniques de production de l'hydrogène existent, notamment l'électrolyse qui permet de séparer les différents éléments de l'eau mais cette technique est plus coûteuse d'un point de vue financier : elle coûte 30 à 50 % plus cher que le vaporeformage, permet de pouvoir verdir la production (avec les énergies renouvelables) mais entraîne tout de même une perte importante d'électricité d'environ 30 à 40 %. L'autre difficulté réside dans le stockage de l'hydrogène. En effet, c'est le gaz le plus léger de l'atmosphère et il est inflammable quand il entre en contact avec l'air. Il est donc nécessaire de le comprimer ce qui nécessite d'utiliser environ 15 % de l'énergie qu'il contient. Il faut ensuite encore trouver une place importante pour le stocker (pour stocker 5 kilogrammes d'hydrogène, le réservoir nécessaire a la même taille que celui qui permet de stocker 150 litres d'essence). L'hydrogène, pour être plus facilement transportable, peut aussi être liquéfié mais cela nécessite une température de -252°celsius et l'utilisation de 40 % de l'énergie contenue dans l'hydrogène. Enfin, l'hydrogène nécessite quelques métaux rares comme le platine (utilisé notamment pour la construction de la pile à combustible qui permet de créer un courant électrique). De plus, le moteur à hydrogène aurait un rendement énergétique moyen plus élevé que les moteurs thermiques mais plus faible que les moteurs électriques : 50 % contre 30% pour les moteurs thermiques et entre 70 et 90 % pour les moteurs électriques. Enfin, les véhicules hydrogènes sont produits en tout petit nombre, la seule voiture hydrogène produite en série est la Toyota Mirai qui coûte plus de 65 000 €. En outre, la construction de stations de recharge est très coûteuse (environ 1 000 000 € par station). Tous ces éléments font que la technologie est fortement utilisatrice d'énergie (2 à 3 fois plus d'électricité utilisée qu'une motorisation électrique) et plus chère lors des recharges (9 à 10 € pour 100 kilomètres). Tous ces éléments font que l'hydrogène s'avère intéressant plutôt dans les

transports nécessitant beaucoup de carburant comme les poids-lourds, les transports en commun ou le fret maritime et qu'il ne devrait donc pas tout de suite fournir une alternative à l'essence.

Une autre solution pourrait résider dans l'utilisation du **GPL (gaz de pétrole liquéfié)**.

Ce carburant, très léger, composé en grande partie de butane et de propane, était souvent gaspillé lors de la production de pétrole où il était brûlé dans les torchères. Son utilisation en tant que carburant était donc historiquement jugée comme neutre en émissions de CO<sub>2</sub> puisqu'elle contrebalance celles produites lors de sa création dans la production de pétrole. L'autre avantage du GPL sur le plan environnemental provient de ses faibles rejets de gaz toxiques (il réduit grandement les émissions d'oxyde d'azote) et de l'absence de rejet de particules fines (hormis l'abrasion et les pneus). Le GPL émet aussi moins de CO<sub>2</sub> que les motorisations essence d'environ 15%. A cause de ces avantages, l'Etat a grandement soutenu cette motorisation notamment en baissant fortement les taxes sur le carburant (qui coûte environ 2 fois moins cher que l'essence) ce qui permet d'amortir le surcoût à l'achat du véhicule au bout d'environ 60 000 kilomètres parcourus.

Tout ceci pourrait faire de cette technologie une alternative intéressante à l'essence et au diesel car elle permet aussi de disposer d'une importante autonomie mais son avantage écologique s'avère assez médiocre sur plusieurs points. Tout d'abord, la baisse d'émission de CO<sub>2</sub> par rapport à l'essence est faible et comparable à celle des voitures diesel. De plus, pour éviter son gaspillage lors de la production d'hydrocarbures, il est aussi destiné à d'autres utilisations, notamment le chauffage. En outre le GPL qui vient d'une énergie fossile, consomme en général plus de litres que l'essence pour mouvoir un véhicule. Enfin, les marques proposent peu de modèles au GPL et seulement une minorité de stations-service proposent ce carburant.

Enfin, l'autre source d'énergie qui semble pouvoir remplacer l'essence et le diesel est le **GNV (Gaz Naturel Véhicule) :**

Cette motorisation fonctionne grâce au gaz naturel qui est déjà utilisé pour de multiples usages domestiques, et peut, avec quelques équipements, pouvoir être rechargée à domicile. Le GNV a certains avantages environnementaux : il n'émet quasiment aucune particule fine et environ 55 % d'oxyde d'azote en moins. Cette motorisation permet de rejeter 25 % de CO<sub>2</sub> en moins et peut même sur son cycle de vie être quasiment neutre en carbone si le gaz naturel est produit à base de

végétaux qui peuvent stocker le carbone durant leur vie avant d'être utilisé pour la méthanisation. Enfin, cette motorisation permet d'avoir une forte autonomie.

Cette technologie peut donc avoir de nombreux avantages sur le plan environnemental mais pour maximiser ses avantages, il faudrait qu'une plus grande partie du gaz consommé soit produite localement. Elle peut en revanche présenter plus d'intérêt que l'électrique pour les véhicules les plus lourds grâce à sa plus importante densité énergétique et à l'absence de batterie mais, comme pour les voitures particulières, il y a encore très peu de bornes publiques de recharge et de choix de modèles.

## 1.6. La voiture électrique est-elle propre ?

La voiture électrique s'avère extrêmement polluante lors de sa production notamment à cause de la fabrication de la batterie qui nécessite énormément de métaux rares (comme le lithium et le cobalt) qui sont très complexes à extraire. Ainsi, dans une batterie pour stocker 1KWh, il faut environ 600 à 800 grammes d'hydrate de lithium (dont la production se déroule majoritairement dans des lieux désertiques et nécessite énormément d'eau et de produits chimiques pour le raffinage) et 180 à 230 grammes de cobalt (dont la production entraîne énormément de pollution et de problèmes sociaux notamment en République Démocratique du Congo, travail des enfants par exemple). Ensuite, produire et assembler les batteries nécessite énormément d'énergie notamment pour fondre les différents éléments à très forte température (400 degrés environ). Enfin les moteurs utilisent énormément de métaux rares extrêmement polluants à extraire. Ainsi, ce qui provoque le plus de pollution sur la voiture provient de sa construction : chaque kilowattheure supplémentaire de stockage provoque une émission de 150 à 200 kilogrammes de CO<sub>2</sub> ce qui fait qu'environ 75 % des émissions de la voiture électrique ont lieu lors de sa production contre 20 % environ pour la voiture thermique (voir plus loin graphique 2). La production des batteries pourrait rejeter moins de CO<sub>2</sub> avec de nouveaux procédés de fabrication qui utiliseraient beaucoup moins de matériaux, de cobalt notamment, et qui permettraient d'avoir une meilleure densité énergétique offrant autant d'autonomie mais utilisant moins de matériaux. En outre, les batteries pourraient être assemblées avec de l'énergie moins carbonée (elles sont aujourd'hui majoritairement assemblées en Chine où l'électricité provient principalement du charbon) comme dans les nouvelles usines les assemblant en Suède qui utilisent principalement de l'énergie hydraulique ou dans les gigafactories de Tesla

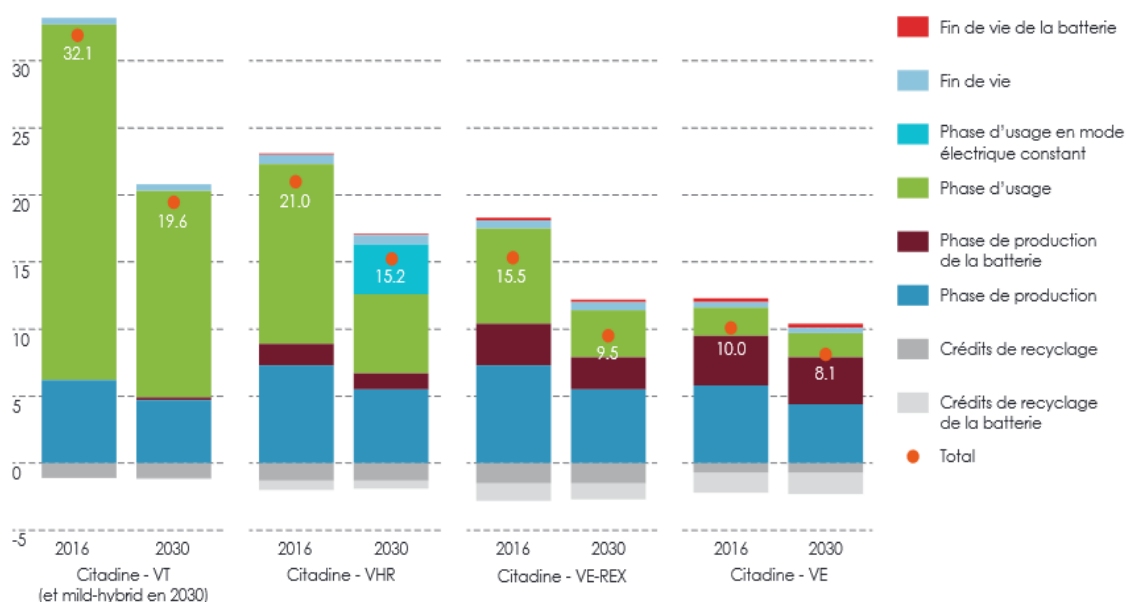
alimentées par des panneaux solaires. Cependant, une partie de ces avantages pourraient être annulés si les constructeurs décident d'augmenter encore les performances des véhicules notamment leur autonomie.

Un autre problème écologique provient de la difficulté à recycler les batteries de ces véhicules. En effet les batteries lithium-ion sont extrêmement difficiles à recycler parce qu'elles contiennent beaucoup de matériaux rares qui peuvent créer des gaz toxiques notamment quand ils rentrent en contact avec l'eau (comme l'électrolyte ou le lithium) et polluer durablement les sols. En outre, les techniques de recyclage sont extrêmement complexes et chères comme la pyrométallurgie qui est l'un des moyens le plus efficace pour récupérer les matériaux mais qui nécessite de les chauffer à plus 1400° pour les séparer. Cependant, la solution la plus efficace pour réutiliser les anciennes batteries qui ne sont plus utilisées dans les véhicules électriques semble résider dans leur réutilisation pour stocker les énergies intermittentes. En effet, elles sont souvent reprises par les constructeurs quand elles descendent en dessous de 80 % ou 70 % de leur capacité qui décroît ensuite très progressivement. Les batteries pourraient donc encore être utilisées pour le stockage d'énergie pendant 5 à 10 ans.

En ce qui concerne leur utilisation, les véhicules électriques ont de nombreux arguments écologiques à faire valoir. Ainsi tout d'abord, le véhicule électrique n'a pas de pot d'échappement : il ne rejette aucun gaz toxique lors de son utilisation à part ceux dus à l'abrasion des plaquettes de freins et des pneus. Ainsi, il ne rejettera aucun dioxyde d'azote et 58 % de particules fines en moins. Ensuite, il pourrait faire baisser la pollution sonore car il n'émet quasiment aucun bruit. En termes de consommation d'énergie, le véhicule électrique dispose d'un avantage important vis-à-vis de la voiture thermique car il bénéficie d'un bien meilleur rendement énergétique (énergie consommée pour faire rouler le véhicule) que la voiture thermique : 70 % (90 % en ville) contre 30 % pour les meilleures motorisations thermiques. Pour ce qui relève des émissions de CO<sub>2</sub>, elles varient énormément en fonction du mix énergétique utilisé pour recharger les batteries : comme en France le mix énergétique est très largement dominé par le nucléaire et l'hydraulique (respectivement 71,5% et 12,5% de l'électricité produite en 2018) qui sont deux méthodes de production de l'électricité très peu émettrices de CO<sub>2</sub> (même si le nucléaire est très décrié pour sa dangerosité et ses déchets), les émissions de CO<sub>2</sub> en comptant la production et la distribution, seraient ainsi 80 % moins importantes pour alimenter la voiture électrique que pour une voiture thermique. Ainsi, selon une étude de France Nature Environnement et de l'ADEME (voir ci-dessous graphique 2), pour

150 000 kilomètres parcourus une citadine 100 % électrique émettrait 3 fois moins de CO<sub>2</sub> qu'une voiture thermique équivalente. Ainsi, plus une voiture roule, plus l'avantage d'une voiture électrique par rapport à une thermique sera important : en France, une voiture électrique émettra moins de CO<sub>2</sub> qu'une voiture thermique à partir de 18 500 kilomètres parcourus environ pour une batterie de 30 kWh contre 41 000 kilomètres pour une batterie de 100 kWh.

**Graphique 2 : Comparaison des émissions de CO<sub>2</sub> (en tonnes) en fonction des générations de différentes citadines et des causes de rejet : VT (Voiture thermique), VHR (voiture hybride rechargeable), VE-REX (voiture électrique avec un groupe électrogène) et VE (voiture électrique)**



Source : <http://www.ave-re-france.org/Uploads/Documents/1520530221aabfb22bfacd16b9caf8d5d332bbbd93-Etude%20Harris%20Interactive.pdf>

Toutefois, l'impact énergétique de l'électricité peut aussi dépendre des heures durant lesquelles les véhicules sont rechargés, phénomène qui risque de s'accroître avec le développement des énergies intermittentes. En effet, l'électricité étant difficilement stockable, elle nécessite que sa production puisse répondre instantanément à la demande. Comme la production d'électricité à base d'énergie thermique (gaz ou charbon par exemple) est l'une des plus facilement pilotables, des pics de consommation peuvent s'avérer très polluants. Or, même si en valeur absolue les véhicules

électriques ne provoqueraient pas une hausse très importante de la consommation d'électricité (si toutes les voitures étaient électriques cela représenterait 20 % de la consommation électrique actuelle soit environ la production exportée par la France), ils pourraient provoquer d'énormes pics de consommation si beaucoup d'utilisateurs se rechargeaient en même temps et notamment sur les charges les plus puissantes. Heureusement, pour éviter ces pics, des solutions techniques pourraient apparaître notamment piloter la charge en réglant la vitesse de chargement en fonction de la demande sur le réseau électrique pour éviter les pics de consommation. Enfin, des recherches ont lieu sur la charge bidirectionnelle des batteries qui en plus de la recharge du véhicule permet à ce dernier de renvoyer de l'électricité vers le réseau. Cette évolution pourrait être très utile au développement des énergies intermittentes en permettant de stocker l'électricité lorsqu'elle est supérieure à la demande et de la renvoyer au contraire quand la demande augmente.

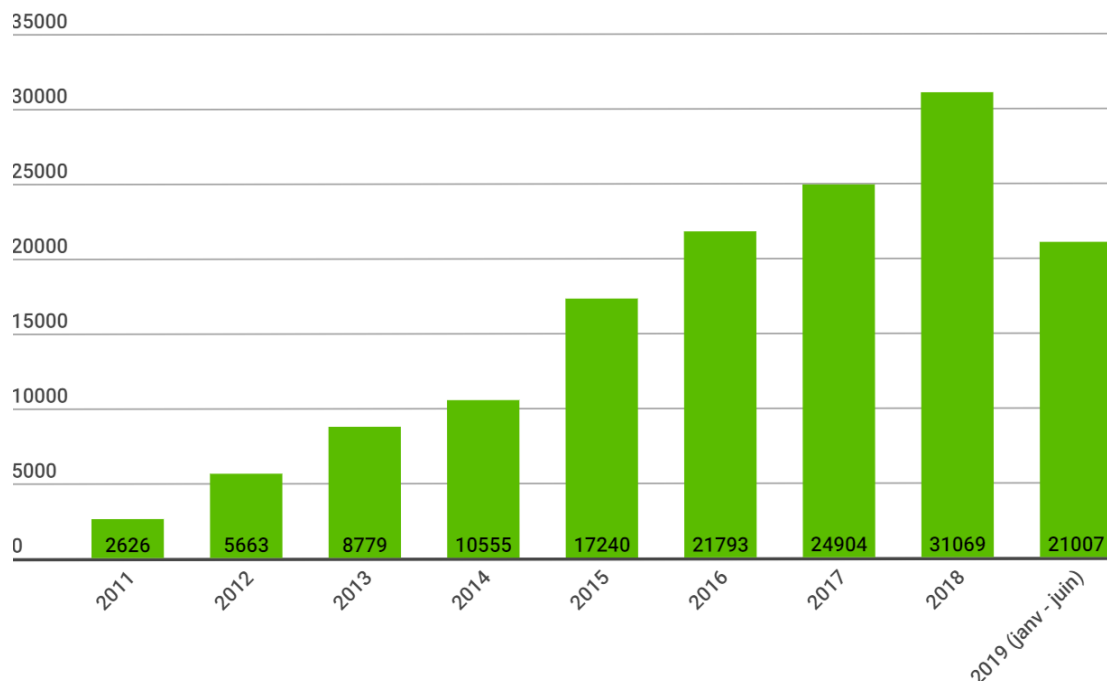
Il est à noter que véhicule électrique pourrait devenir moins avantageux écologiquement si les utilisateurs profitent du faible prix des recharges pour rouler davantage...

### **1.7. Une mobilité encore anecdotique mais qui se développe rapidement**

Pour le moment, le marché de l'électrique reste encore très confidentiel avec seulement 1,43 % de part de marché en 2018 et 161 600 voitures électriques et hybrides rechargeables circulant en France, dont 36 % appartiennent à des particuliers et 64 % à des professionnels, ce qui représente seulement 0.4% du parc automobile. Cependant, les ventes connaissent une croissance exponentielle ces dernières années : en effet elles sont passées de 2 626 véhicules en 2012 à 31 069 (voir graphique 3) en France entre 2011 et 2018 soit une multiplication par presque 12 du nombre de véhicules vendus avec une croissance qui reste soutenue puisque les ventes de voitures électriques ont encore augmenté de 24,7 % entre 2017 et 2018.



**Graphique 3 : Immatriculations de voitures électriques (en France) entre 2011 et Juin 2019, selon Automobile Propre**



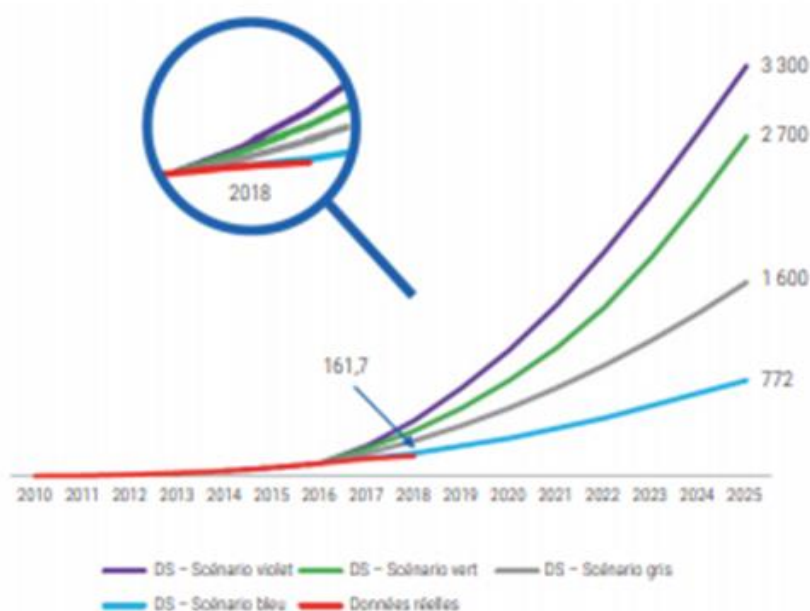
Source : <https://www.automobile-propre.com/dossiers/chiffres-vente-immatriculations-france/>

Cette hausse continue s'accélère puisque les ventes des six premiers mois de l'année sont 46 % supérieures à celles des six premiers mois de l'année précédente. Cette hausse est de plus en plus imputable aux particuliers qui ont dépassé les professionnels en nombre de véhicules achetés dès 2015 même si la part de marché des véhicules électriques reste plus élevée chez les professionnels avec plus de 2 % du marché en 2018 contre 1.43 % pour le marché en général. Le marché électrique semble aujourd'hui largement dominé par quelques voitures notamment des citadines comme la Renault Zoé qui représentait à elle seule plus de 54 % des ventes de voitures électriques en 2018 et plus 44 % en 2019 même si les voitures plus haut de gamme se vendent de plus en plus pour atteindre environ un tiers du marché en 2019.

Cette croissance devrait se poursuivre rapidement, ainsi, les six concessionnaires interrogés nous ont fait part d'une hausse sensible de l'intérêt vis-à-vis du véhicule électrique notamment après les phases de communication. Elle va aussi être stimulée par l'arrivée de nouveaux modèles souvent

très convoités sur le marché comme la nouvelle Peugeot e-208 qui devrait sortir cet automne et enregistré déjà environ 800 voitures précommandées en avril. Quant à la Volkswagen ID.3 qui devrait être commercialisée en 2020, elle aurait déjà plus de 20 000 précommandes. Enfin, de plus en plus de personnes semblent intéressées par ces voitures : selon un sondage de l'AVEM (Association pour l'Avenir du Véhicule Électrique Méditerranéen) 35 % des personnes interrogées souhaiteraient acheter une voiture électrique et ce pourcentage monte à 49 % pour les personnes en ayant déjà essayé. Si la tendance se poursuit, les immatriculations électriques devraient atteindre les 200 000 à la fin de l'année contre 160 000 fin 2018. Selon la direction stratégique d'Enedis, si on suit la tendance actuelle d'augmentation (celle-ci étant leur fourchette basse), il devrait circuler 772 000 véhicules électriques en 2025 mais il pourrait aussi y en avoir plusieurs millions si la tendance s'accélère (voir ci-dessous graphique 4).

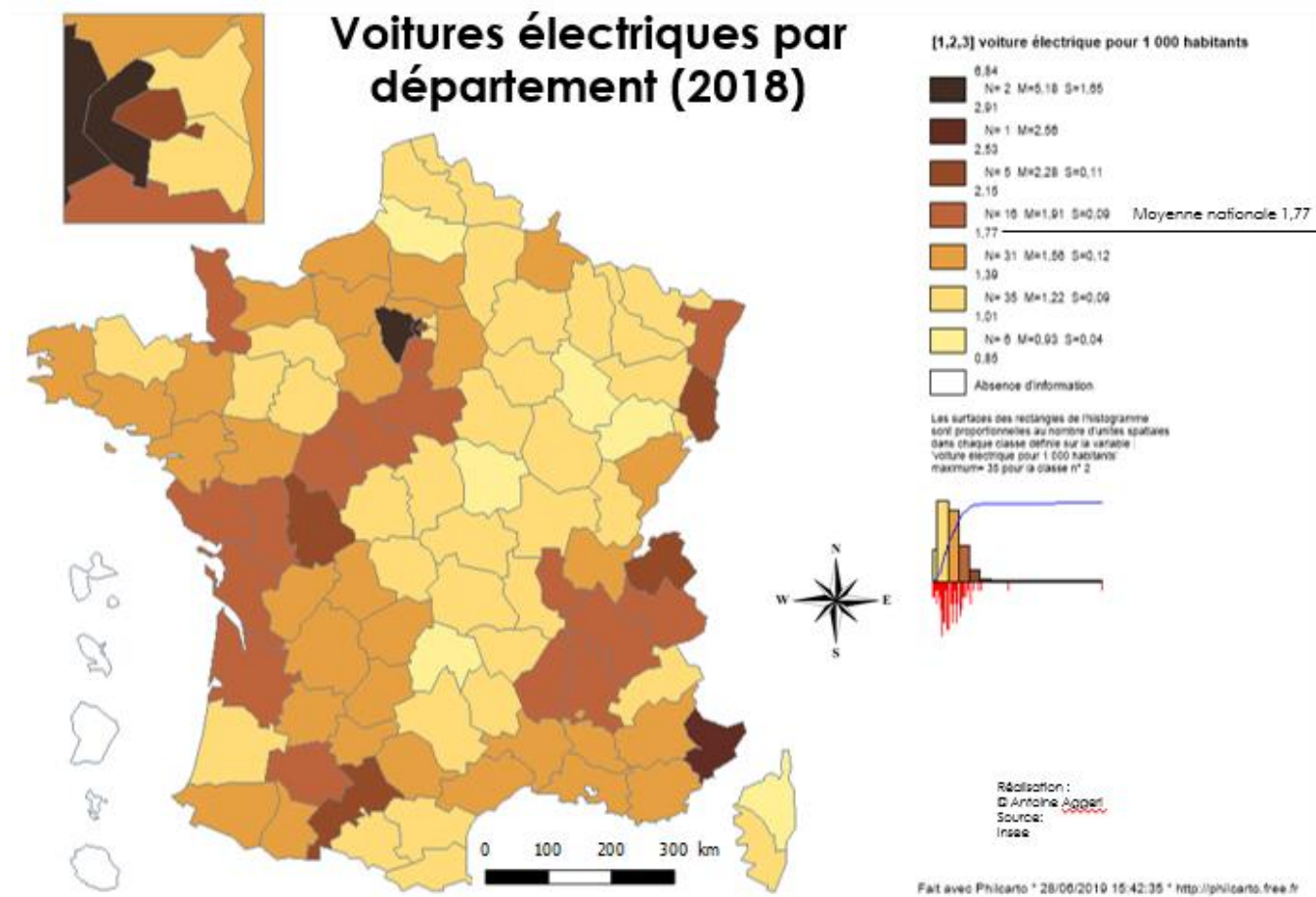
**Graphique 4 : Différents scénarios de développement de la voiture électrique selon la direction stratégique d'Enedis**



Source : [file:///C:/Users/aa64/Downloads/1810\\_CRE\\_rapport\\_reseaux\\_VE%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/aa64/Downloads/1810_CRE_rapport_reseaux_VE%20(1).pdf)

Sur un plan géographique, pour l'instant, les véhicules électriques semblent plutôt se développer en France dans les départements les plus aisés comme Paris, la Savoie ou les Hauts de Seine (département ayant le plus fort taux de voitures électriques : 6.84 pour mille habitants fin 2018 contre 1.77 pour la moyenne Française) et près des zones où des restrictions d'accès aux véhicules les plus polluants ont été mises en place : région Parisienne, Haute Savoie, région Toulousaine, près de Nice etc. (voir ci-dessous carte 1) La partie suivante s'intéressera justement aux différentes politiques publiques menées pour promouvoir la mobilité électrique.

*Carte 1 : Répartition des voitures électriques par département en France fin 2018*



## 2. Les différentes politiques publiques menées pour aider au développement des véhicules électriques

Après avoir précédemment constaté que les véhicules électriques connaissent un fort regain d'intérêt grâce à la conjonction de différents facteurs, cette partie s'interrogera sur le rôle des pouvoirs publics dans leur développement. Leur participation sera étudiée aux différents échelons géographiques et des exemples de réalisation seront piochés tant en France qu'à l'étranger.

### 2.1. Les politiques publiques menées nationalement

Nous nous intéresserons premièrement aux aides de l'Etat pour l'achat d'une voiture électrique qui permettent d'inciter fortement les acheteurs à se tourner vers les véhicules électriques. La première aide disponible pour tous les acheteurs d'un véhicule électrique neuf est le **bonus** qui peut atteindre 6 000 € dans la limite de 27 % du prix TTC (toute taxe comprise). Cette aide est réservée aux véhicules émettant moins de 20 grammes de CO<sub>2</sub> au kilomètre c'est-à-dire quasiment exclusivement les voitures 100 % électriques. Existe aussi la **prime à la conversion** dont l'accès a été fortement réduit au premier août de cette année : accessible à toutes les personnes remplaçant une voiture diesel d'avant 2006 ou une voiture essence d'avant 1997 par l'achat d'un véhicule électrique ou hybride rechargeable, elle permettait de disposer de 2 500 € d'aides pour les foyers imposables et de 5 000 € pour les foyers non imposables. Or, depuis le premier août, cette aide de 2 500 € (limitée à 1 500 € pour les hybrides rechargeables si l'autonomie électrique est inférieure à 40 kilomètres) sera disponible pour les ménages ayant un revenu fiscal de référence (RFR) supérieur à 13 489 € par an uniquement pour le changement d'un diesel d'avant 2001 ou d'une essence d'avant 1997 alors que pour les foyers ayant un RFR inférieur à 13 489 € peuvent disposer de 2 500 € (aussi limités à 1 500 € pour les hybrides rechargeables avec des autonomies de moins de 40 kilomètres) avec les mêmes conditions qu'avant. Quant aux foyers dont le RFR est inférieur à 6 300 € par an ou si leur trajet domicile-travail est supérieur à 30 kilomètres ou si la voiture effectue plus de 12 000 kilomètres par an, ils peuvent recevoir 5 000 € (3 000 € pour les hybrides rechargeables de moins de 40 kilomètres d'autonomie). Précisons tout de même que les primes peuvent être cumulables avec le bonus tant que le total ne dépasse pas 80 % de la valeur du véhicule.

Un autre avantage financier pour favoriser l'achat de véhicules électriques est destiné aux entreprises. Il s'agit de l'absence de TVS (Taxe sur les Véhicules de Société), taxe calculée en fonction des émissions de CO<sub>2</sub>, du carburant utilisé et de l'année d'immatriculation du véhicule (ce qui entraîne de très fortes taxes sur les vieilles motorisations diesel). Toutes ces aides permettent d'inciter fortement à l'achat de véhicules électriques et expliquent la plus forte pénétration du véhicule électrique dans le marché des véhicules de société car l'exonération de TVS permet d'économiser souvent plusieurs centaines d'euros par an.

La deuxième politique du gouvernement concerne l'implantation de bornes de recharge. En effet, même si le gouvernement a concédé l'installation des bornes de recharge aux communes depuis le 12 juillet 2010, il tente tout de même d'aiguiller et de soutenir l'installation de bornes. Tout d'abord, il lance de nombreux appels à projet pour permettre d'aider de façon importante les installations de bornes notamment celles effectuées par les collectivités locales grâce à des subventions de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de Maîtrise de l'Energie). Ainsi le SDEPA (Syndicat D'Energie des Pyrénées Atlantiques) s'est fait financer la moitié des bornes qu'il a installées. L'autre politique de l'Etat a été de mettre en place un cadre législatif plus strict pour tenter de simplifier les recharges qui risquaient de devenir illisibles pour les possesseurs de véhicules électriques. En effet, comme chaque syndicat départemental avait créé son opérateur et installé son réseau de bornes qui n'était souvent accessible qu'avec une carte ou une application de l'opérateur, il était souvent difficile pour les utilisateurs de se recharger sur les autres réseaux. Pour éviter cet écueil, le décret du 12 Janvier 2017 oblige les opérateurs à obtenir un numéro d'exploitation à l'AFIREV (Association Française pour l'Itinérance de la Recharge Électrique des Véhicules) pour ses anciens et nouveaux points de recharge pour permettre l'interopérabilité c'est-à-dire pouvoir payer via n'importe quel opérateur et se recharger sur des bornes d'un autre opérateur. D'un autre côté, l'Etat tente d'éviter les problèmes rencontrés pour se charger à domicile des personnes vivant en appartement et n'ayant pas de parking privé. Ainsi, la loi Grenelle du 2 juillet 2010 crée le droit à la prise dont les modalités ont été précisées par la loi du 27 juillet 2011 : ce droit permet à un utilisateur de véhicule électrique d'installer une borne sur sa place de parking dès lors qu'il met en place un système de comptage et de facturation individuels de la consommation d'électricité, le syndic de copropriété ne pouvant s'y opposer que s'il dispose d'une raison « sérieuse et légitime ». Cependant ce droit demeure mal connu et s'avère assez complexe à exercer car il nécessite de longues procédures qui peuvent durer 6 mois si le syndic ne donne pas rapidement son accord et même 9 s'il s'y oppose. La loi LOM (Loi d'Orientation des Mobilités) qui est en train d'être votée,

devrait donc simplifier ce droit. Enfin, le dernier problème soulevé par l'installation de nouvelles bornes de recharge provient du raccordement ou de la mise en place de relevés de la consommation spécifique aux bornes car cela n'avait pas été initialement prévu. Ainsi, désormais, pour de nombreuses constructions ou rénovations, l'Etat oblige de pré-équiper c'est-à-dire prévoir l'installation de futures bornes de recharge ainsi qu'un décompte individualisé de consommation. Le pré-équipement qui est devenu obligatoire dès le 17 juillet 2011 a vu ses obligations progressivement renforcées notamment avec le décret du 13 juillet 2016 qui a fixé à partir du premier Janvier 2017 les obligations que nous pouvons voir dans le tableau ci-dessous. Ce pré-équipement devrait être légèrement modifié avec la loi LOM en forçant l'installation d'un certain nombre de places pré-équipées pour les personnes à mobilité réduite mais en rendant facultatives ces installations si elles représentent plus de 7 % du coût des travaux.

**Tableau 2 : Obligation de pré-équipement dans les bâtiments neufs**

Répartition par cible des obligations de pré-équipement électrique des parcs de stationnement dans les bâtiments neufs

Capacité du parking	Type de parking				
	Habitation	Tertiaire	Industriel	Service public	Ensemble commercial/cinéma
≤ 40 places	50% des places de stationnement	10% des places de stationnement	10% des places de stationnement	10% des places de stationnement	5% des places de stationnement
> 40 places	75% des places de stationnement	20% des places de stationnement	20% des places de stationnement	20% des places de stationnement	10% des places de stationnement



Source : [http://www.aver-france.org/Site/Article/?article\\_id=6655](http://www.aver-france.org/Site/Article/?article_id=6655)

Enfin, il existe aussi des aides dispensées par le programme ADVENIR qui est financé grâce aux CEE (Certificat d'Economie d'Energie) qui font que les plus gros consommateurs d'énergie doivent financer des opérations qui en économisent (dans lesquelles sont comprises les installations de bornes) ou payer un organisme qui les financent pour pouvoir recevoir des CEE si ceux-ci sont insuffisants. Ce programme ADVENIR permet donc aux installateurs de bornes de bénéficier



d'aides importantes comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessous. Précisons que pour les toucher, il faut faire appel à un professionnel agréé.

**Tableau 3 : Aides disponibles pour l'installation de bornes avec le programme ADVENIR**

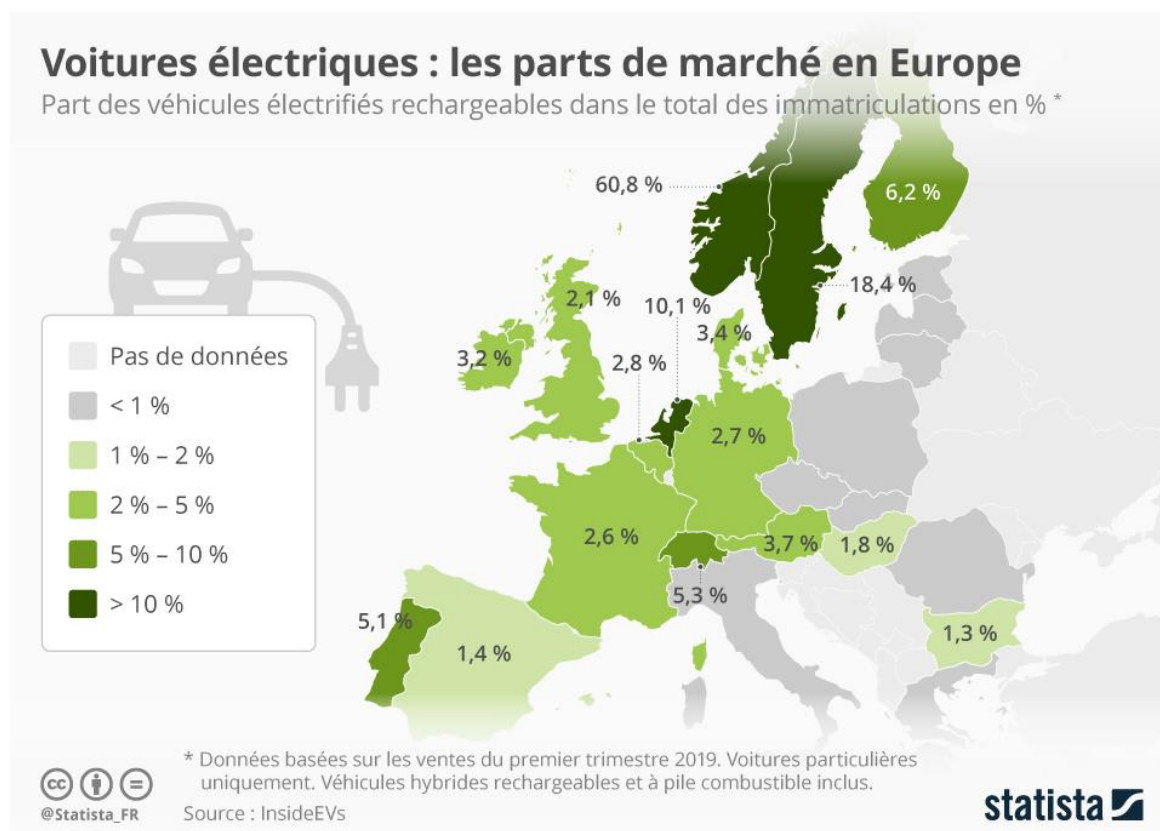
Type de bénéficiaire	Taux aide total	Plafond	Plafond avec Bonus pilotage énergétique
Entreprise et personne publique : Parking privé	40%	1 000 €	1 360 €
Entreprise et personne publique: Parking public	40%	1 500 €	1 860 €
Voirie : Parking public	40%	-	1 860 €
Résidentiel Collectif : solution individuelle	50%	600 €	960 €
Résidentiel Collectif : solution collective	50%	1 300€	1 660 €

Source : <http://advenir.mobi/le-programme/>

## 2.2. Politiques menées dans les pays en pointe sur le développement du véhicule électrique : exemples de la Norvège et des Pays Bas

Nous pouvons remarquer sur la carte ci-dessous que les pays européens où les ventes de voitures électriques se développent le plus sont les pays les plus riches d'Europe à quelques exceptions près comme le Portugal : pays scandinaves, Pays-Bas, Autriche et Suisse par exemple. Pour analyser des politiques qui réussissent à favoriser le véhicule électrique, nous prendrons l'exemple de deux pays européens (même si le véhicule électrique se développe sous d'autres latitudes notamment en Chine et en Californie) : la Norvège car c'est le pays où les véhicules électriques sont le plus vendus et les Pays-Bas qui connaissent paradoxalement un très fort développement des véhicules électriques alors que leur population vit principalement en immeuble collectif, frein habituellement invoqué pour la recharge à domicile.

**Carte 2 : Part des ventes de voitures électriques et hybrides rechargeables par pays européen au premier semestre 2019**



Source : <https://fr.statista.com/infographie/17240/part-de-marches-vehicules-electriques-et-hybrides/>

### Le modèle Norvégien :

En Norvège, la voiture électrique s'est développée très rapidement ainsi dès 2013 5% des voitures vendues étaient des voitures 100% électriques, elles étaient déjà 31.8 % l'année dernière tandis qu'au premier semestre de cette année avec les hybrides rechargeables elles représentaient déjà plus de 60 % des nouvelles immatriculations. Cette évolution est due à plusieurs facteurs. Tout d'abord, la Norvège a soutenu très tôt les véhicules électriques : dans ce pays où les taxes sur les voitures sont très importantes, les voitures électriques en sont exemptées. En effet, il faut normalement s'acquitter de la TVA, plus importante qu'en France à 25 % contre 20 % et de taxes supplémentaires comme la taxe sur les importations de véhicules ce qui rajoute 50 % au prix d'achat



de la voiture. Ces exonérations font que, dès leur achat, les voitures électriques sont moins chères que les thermiques. Dans un sondage auprès d'acheteurs de véhicules électriques, l'avantage financier est ainsi la raison la plus citée par 72 % des personnes interrogées pour expliquer leur choix de ce type de véhicule.

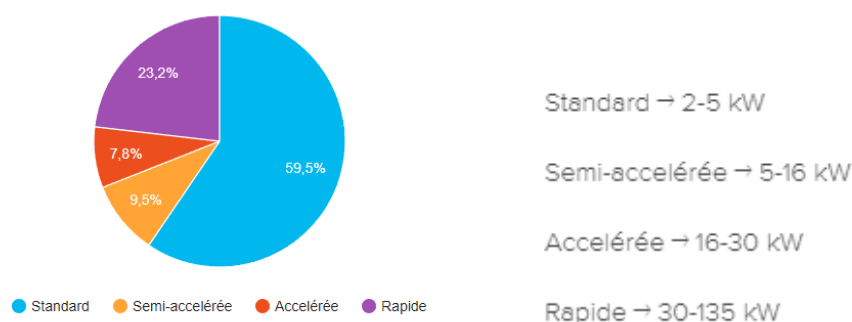
Deuxièmement, les voitures électriques disposent d'énormément d'avantages pratiques par rapport aux voitures thermiques :

- Possibilité de rouler sur des voies de bus
- Recharge gratuite dans la plupart des villes
- Voies d'autoroute réservées
- Parking gratuit
- Péage gratuit pour l'entrée dans certaines villes

Victimes de leurs succès avec des encombrements sur certaines voies mais aussi des problèmes de financement des infrastructures nécessaires dont les ressources proviennent majoritairement des taxes citées plus haut, ces mesures ont été annulées par certaines municipalités.

Enfin, pour les recharges, la Norvège a choisi d'installer beaucoup de bornes dans les parkings souterrains souvent de puissance standard (entre 2 et 5 kWh) (voir graphique 5). Cette politique a permis d'en installer davantage pour le même prix même si les bornes électriques ont eu du mal à suivre l'évolution des immatriculations de voitures électriques entraînant de nombreux embouteillages avec certaines années 1 borne pour 300 véhicules à Oslo. Par ailleurs, la Norvège a installé beaucoup de bornes de plus de 50 kWh en les répartissant sur tout le territoire, une borne tous les 50 kilomètres environ.

Cette politique commencée dès les années 90 a permis de faire rentrer le véhicule électrique dans les mœurs jetant les bases du développement exponentiel de ces dernières années.

**Graphique 5 : Répartition des bornes repérées par Chargemap en Norvège**

**Source :** <https://fr.chargemap.com/about/stats/norvege>

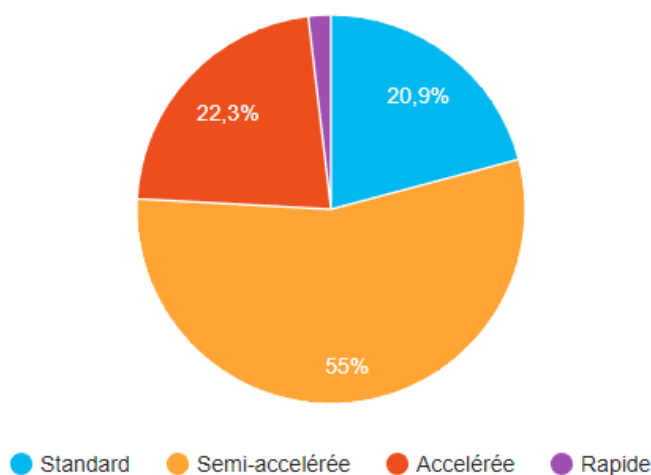
### **Politique des Pays-Bas notamment en termes de bornes de recharge :**

Les Pays-Bas ont connu une hausse importante et rapide des immatriculations de voitures électriques dès le début des années 2010 grâce à de fortes subventions sur les véhicules électriques et hybrides rechargeables. Cependant, au début des années 2010 ce sont surtout les hybrides rechargeables (80 % du marché) qui ont connu une très forte croissance notamment parce que la plupart de la population vit en immeuble et n'a donc pas la possibilité de recharger sa voiture à domicile. Dans ce cas, les hybrides rechargeables s'avèrent plus pratiques car ils permettent d'avoir une autonomie importante sans se recharger en utilisant le moteur thermique. Toutefois, le soutien aux voitures hybrides fut stoppé par le gouvernement quand celui-ci se rendit compte qu'elles étaient majoritairement utilisées en mode thermique et rejetaient donc beaucoup de CO<sub>2</sub>. L'arrêt des subventions entraîna un effondrement des ventes des voitures électriques et hybrides rechargeables qui passèrent de plus de 43 000 en 2015 à moins de 10 000 deux ans plus tard.

Après cette expérience, pour favoriser le passage à l'électrique le gouvernement et les villes hollandaises ont donc décidé de favoriser massivement l'installation de bornes publiques notamment près des immeubles. Pour ce faire, de nombreuses villes hollandaises comme Amsterdam ont favorisé l'installation de bornes à la demande pour les résidents n'ayant pas de parking : un acheteur de véhicule électrique peut ainsi demander l'installation de bornes publiques près de chez lui s'il ne possède pas de place stationnement où il peut l'installer. Cette demande doit ensuite être validée par le consortium Nuon-Heijmans, composé d'un des gestionnaires de réseau de distribution et d'une entreprise du secteur du bâtiment qui s'occupe de l'installation des bornes,

qui examine les demandes selon plusieurs critères : distance à pied de la borne la plus proche, taux d'occupation des bornes à proximité, demandes précédentes, etc. Cette politique permet de faire des Pays-Bas le pays européen le plus équipé de bornes publiques (plus de 40 000 soit environ un quart des bornes publiques européennes) qui sont majoritairement de puissance moyenne (entre 5 et 16 kWh) (voir graphique 6). Cette forte présence de bornes couplée avec les incitations fiscales (TVA à taux réduit) et les aides, permettent donc aux véhicules électriques de se redévelopper avec une augmentation de 201 % entre 2017 et 2018 qui a vu l'immatriculation de 24 024 véhicules électriques.

*Graphique 6: Répartition des bornes repérées par Chargemap aux Pays-Bas*



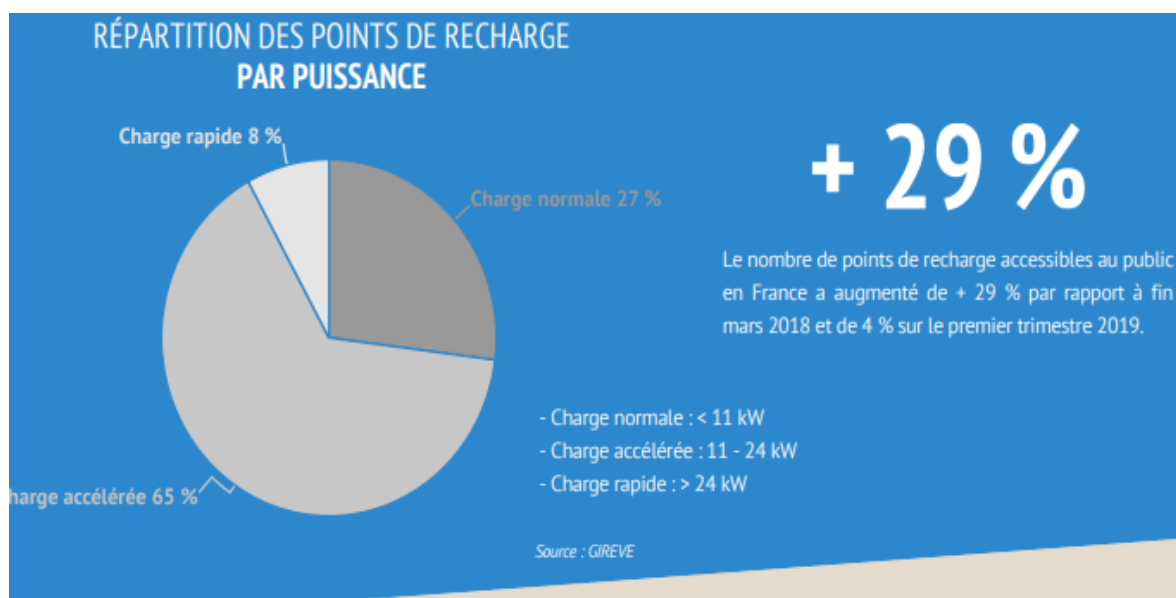
**Source :** <https://fr.chargemap.com/about/stats/pays-bas>

### 2.3. Politique d'installation de bornes déléguée aux collectivités territoriales

Très peu de communes semblent avoir conservé leurs prérogatives pour l'installation des bornes car leur écrasante majorité a décidé de les concéder aux syndicats départementaux d'énergie. Ces derniers ont souvent décidé d'en installer en fonction des appels à projet souvent proposés par l'ADEME et choisissent souvent des bornes de puissance moyenne entre 18 et 22 kWh (voir graphique 7) qu'ils répartissent de façon assez homogène dans les départements. Ainsi le SDEPA

a décidé d'installer une borne de 18 kWh tous les 25 kilomètres. Quant aux bornes rapides, elles semblent très peu présentes en France car elles représentent seulement 8 % (voir graphique 7) des bornes publiques en Mars 2019. De plus, elles sont très mal réparties en France : il y en a qu'une dans les Pyrénées Atlantiques près de la cité-multimédia de Pau et 42 dans le département voisin des Landes. Pendant longtemps, tous les syndicats de communes avaient leur propre opérateur de recharge mais, pour simplifier, les opérateurs départementaux ont souvent fusionné pour être accessibles avec une seule application ou carte pour une seule région ou pour plusieurs départements et fournir des tarifs unifiés. C'est ce qui s'est passé avec les différents syndicats départementaux de la Nouvelle-Aquitaine qui ont créé le service Mobive.

**Graphique 7 : Répartition des points de recharge en fonction de leur puissance en France en Mars 2019**



Source :

<http://www.ave-re-france.org/Uploads/Documents/1555057975e9ce23c0f3c354f6bfdf6aa3d578452c-irve-avril19.pdf>

D'un autre côté, certaines communautés de communes ont choisi de concéder certaines bornes publiques à des entreprises privées. Cependant, le problème des bornes de recharge, c'est que pour être rentable elles doivent être soit très utilisées soit facturées très cher ainsi :

- Pour un taux d'utilisation de 10 % par jour (2h40), pour rentabiliser la borne il faudrait un prix de 0,65 € par kWh.

- Pour maintenir un prix d'environ 0,30 € du kWh sans perdre d'argent, il faudrait que la borne soit occupée 35 % du temps (8 h 24 minutes).
- Alors qu'un plein d'essence revient en moyenne à 0,50 € le kWh.

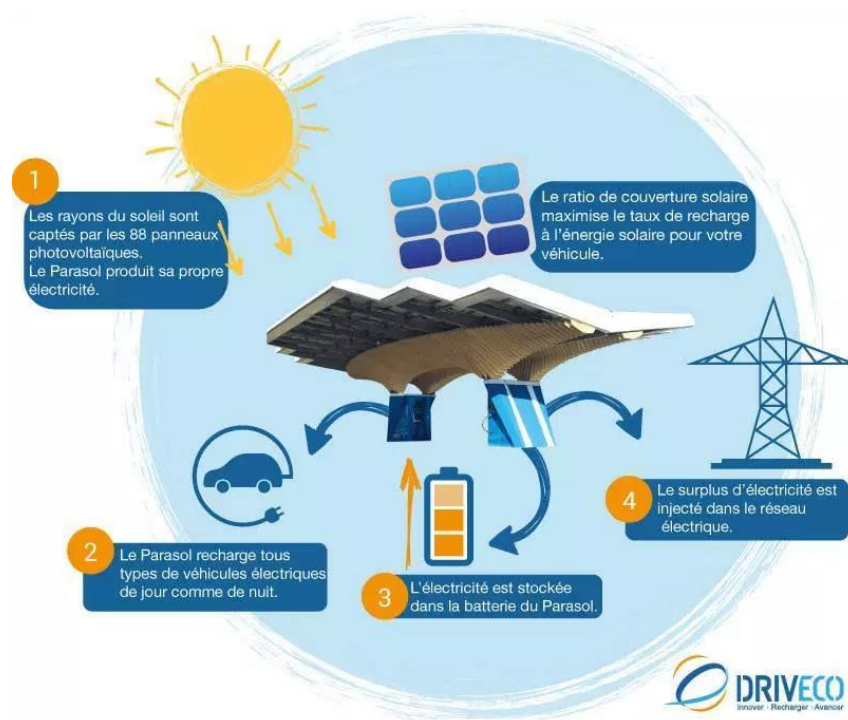
En conséquence, les entreprises privées investissent en général dans les bornes installées sur les corridors d'autoroute où les prix sont plus élevés et les bornes plus utilisées ou dans les villes qui leur concèdent l'installation de toutes les bornes ou dans leurs parkings pour offrir un plus à leur clientèle (comme dans les supermarchés). Cependant, des prix plus élevés et variant subitement sont les risques encourus lorsque les bornes sont concédées au secteur privé : par exemple, les bornes Bluely de Lyon concédées au groupe Bolloré facturent 2 € la demi-heure pour une puissance de 3.7 kWh avec un plafond à 45 € (soit un prix d'environ 1.08 € le kWh).

#### 2.4. Différents exemples de politiques innovantes menées dans des collectivités en France

Plusieurs collectivités locales ont tenté de mener des politiques innovantes que ce soit pour l'installation de bornes, les politiques de communication ou les incitations pratiques à l'usage. En ce qui concerne l'installation de bornes, de nouvelles installations cherchent tout d'abord à mieux répondre à la demande. Ainsi, certaines villes ont tenté de mettre en place des bornes plus en phase avec la demande comme Saint-Etienne qui prévoit avec l'entreprise E-Totem l'installation de bornes participatives avec l'installation de 80 bornes dont plusieurs lieux ont déjà été choisis pour pouvoir être équipés en bornes de 22 kWh (qui ne peuvent pas être installées partout à cause d'importants problèmes de raccordement au réseau). Il suffit d'une demande (de particulier ou d'entreprise) pour l'installation dans un de ces lieux, si celui ou celle-ci prouve qu'il habite ou travaille à proximité. La communication sur cette mesure se fait en déposant des flyers chez les concessionnaires et dans les parkings souterrains. Une autre politique innovante peut chercher à optimiser l'installation des bornes en évitant le maximum de raccordement, ce qui permet de faire des économies et d'être plus écologique. Pour cette politique nous pouvons citer la Roche-sur-Yon qui a installé beaucoup de bornes électriques sur les lampadaires, ce qui permet de ne pas payer d'importants coûts de raccordement même si la puissance délivrée ne peut être que faible notamment le soir. D'autres solutions en Smart-charging peuvent exister comme lier des énergies intermittentes (comme en

installant des panneaux solaires sur le toit de la borne) qui sont ensuite stockées dans des batteries (qui rejettent du courant lorsqu'un utilisateur arrive comme le fait l'entreprise DRIVECO en Corse (voir graphique 8 ci-dessous). Cette pratique a plusieurs avantages : elle permet de faire en sorte que la borne soit exclusivement alimentée en énergie renouvelable, d'éviter les trop gros pics de consommation ainsi que d'économiser d'importants coûts de raccordement.

**Graphique 8: Exemple de bornes de recharge reliées à des panneaux solaires par DRIVECO en Corse**



Source : <https://driveco.com/fr/home/>

Par ailleurs, certaines collectivités accordent d'importantes subventions financières comme la ville de Paris qui prend à son compte 50 % des coûts d'installation des bornes dans les immeubles : si elles sont accessibles à tous les résidents, dans la limite de 500 € par point de recharge et de 4 points de recharge par copropriété, la ville offre aussi 5 000 € aux 1 000 premiers dossiers d'habitants passant du thermique à l'électrique.

Enfin, les collectivités peuvent inciter les gens à passer à l'électrique en faisant des actions de communication comme la ville de Poitiers qui permet à ses habitants de tester certaines voitures électriques de la ville et qui répond aux questions sur le véhicule électrique. Quant au gestionnaire de bornes, il propose des badges aux visiteurs pour leur permettre de tester les bornes de recharges.

On peut aussi citer la ville d'Albi qui organise un rallye électrique. Certaines villes peuvent aussi permettre l'accès à certains avantages pratiques comme à Angers, Rouen ou Paris où le stationnement est gratuit pour les utilisateurs de voitures électriques par exemple.

## **DEUXIEME PARTIE : CARACTERISTIQUES DE LA MOBILITE ELECTRIQUE DANS L'AGGLOMERATION DE PAU**

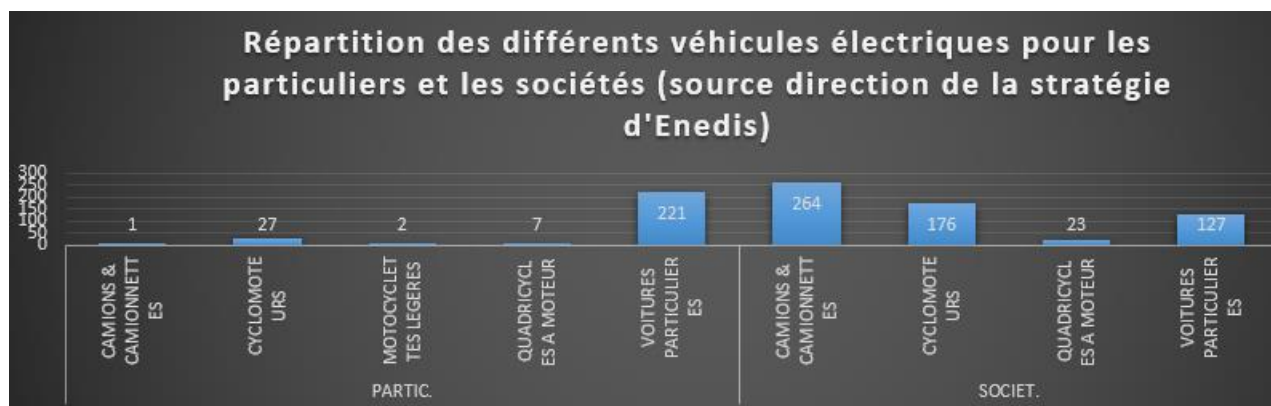
### **1.Le marché des véhicules électriques dans l'agglomération**

#### **1.1. Des véhicules électriques encore en faible nombre dans l'agglomération paloise même s'ils sont plus nombreux en proportion qu'au niveau national et départemental**

D'après les chiffres fournis par la direction stratégique d'Enedis le nombre de véhicules électriques dans l'agglomération Paloise s'élève à 848 dont 348 voitures particulières. Ce qui fait qu'il y a 5,23 véhicules électriques pour 1 000 habitants (ce taux semble le plus approprié car il permet de prendre en compte la population et d'éviter trop de chiffres décimaux) ainsi que 2.14 voitures électriques particulières pour 1 000 habitants contre respectivement 2.22 et 1.71 en France à la fin de l'année 2018 (données Insee). Cela nous montre que la voiture électrique semble être légèrement plus développée dans l'agglomération paloise que dans le reste de la France alors même que le département des Pyrénées Atlantiques connaît un taux de motorisation des voitures électriques plus faible que la moyenne nationale selon l'INSEE (0.28 % contre 0.37 % au niveau national fin 2018) mais 33 % des voitures électriques du département sont concentrées dans l'agglomération paloise alors que celle-ci n'abrite que 24 % de la population du département. Ainsi, même si les véhicules électriques sont encore marginaux dans l'agglomération paloise en nombre, ils semblent se développer plus rapidement qu'ailleurs.

## 1.2. Des véhicules électriques différents selon les usages

**Graphique 9 : Répartition des véhicules électriques en fonction de leur type et de leur catégorie de propriétaire**



Source : direction de la stratégie d'Enedis, 2019

Nous pouvons remarquer dans le graphique ci-dessus que les camionnettes ainsi que les cyclomoteurs électriques sont quasiment exclusivement détenus par des sociétés (graphique 9). Nous pouvons aussi préciser que les camions et camionnettes électriques sont très fortement possédés par quelques grandes entreprises à Pau : ainsi une seule entreprise (surement la Poste car c'est l'entreprise avec le plus de voitures électriques en France) détient 67 Kangoo électriques et les 5 entreprises possédant le plus de véhicules utilitaires possèdent 195 utilitaires électriques (uniquement des Kangoo) ce qui représente plus des trois quarts des véhicules utilitaires circulant sur l'agglomération. Même si ces camions et camionnettes sont surtout détenus par des grandes entreprises, certains concessionnaires font part d'une demande de plus en plus importante de la part de petits entrepreneurs (notamment du BTP ou certains artisans comme les plombiers par exemple) attirés par l'absence de TVS et un coût d'utilisation bien plus faible que pour un véhicule thermique ;

Nous pouvons ensuite remarquer grâce aux données fournies par la direction stratégique d'Enedis et aux entretiens réalisés que les voitures particulières les plus achetées sont les voitures citadines les moins chères comme la Zoé qui représente 87 voitures des 221 voitures électriques appartenant à des particuliers sur l'agglomération, la Leaf 29 voitures particulières ainsi que la Peugeot Ion qui représente 12 voitures électriques. Quant aux voitures plus haut de gamme, certaines semblent être assez achetées comme la I3 qui avait 11 voitures en circulation fin 2018. Certaines

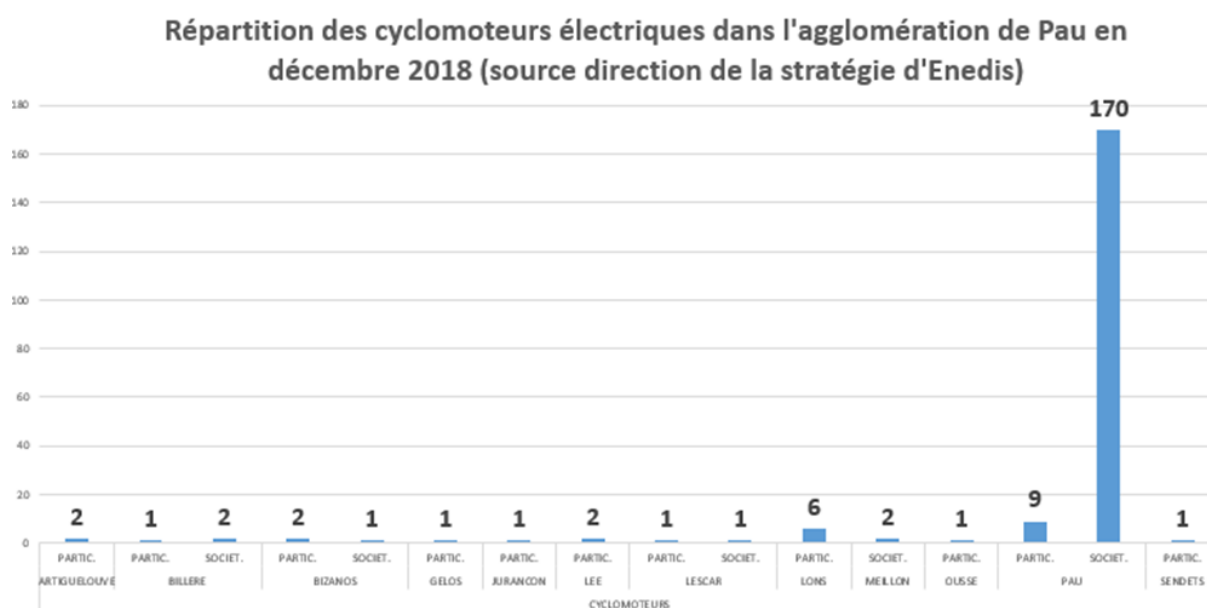


professions libérales (infirmiers par exemple) semblent aussi plébisciter les véhicules comme la Kia Niro qui, d'après le concessionnaire, est achetée surtout par les professions libérales.

Enfin pour ce qui est des taxis, ils semblent en priorité se tourner vers les Tesla pour plusieurs raisons. Celles-ci sont en effet quasiment les seules berlines électriques dotées d'une forte autonomie (entre 400 et 500 kilomètres en fonction des modèles). De plus, elles ont aussi la possibilité de se recharger très rapidement sur les superchargeurs dont un se trouve à Pau (près de l'hôtel Kyriad). Enfin, elles semblent aussi choisies pour leur confort (très important pour des taxis qui travaillent toute la journée dans leur voiture).

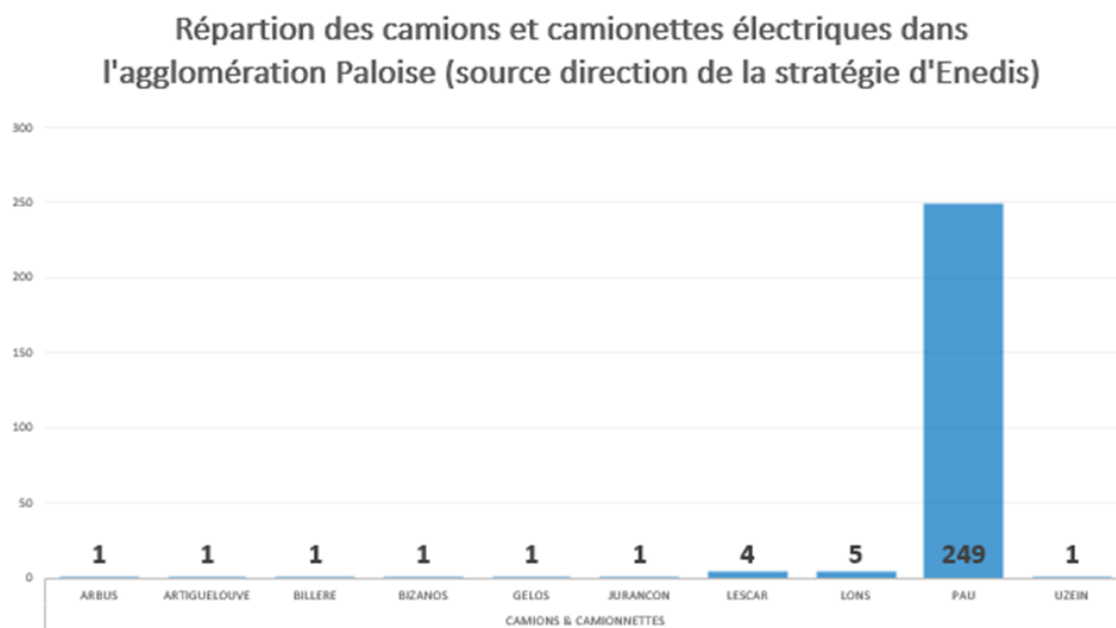
### 1.3. La répartition spatiale des véhicules électriques dans l'agglomération paloise

*Graphique 10 : Répartition des cyclomoteurs au sein de l'agglomération Paloise*



Source : direction de la stratégie d'Enedis, 2019

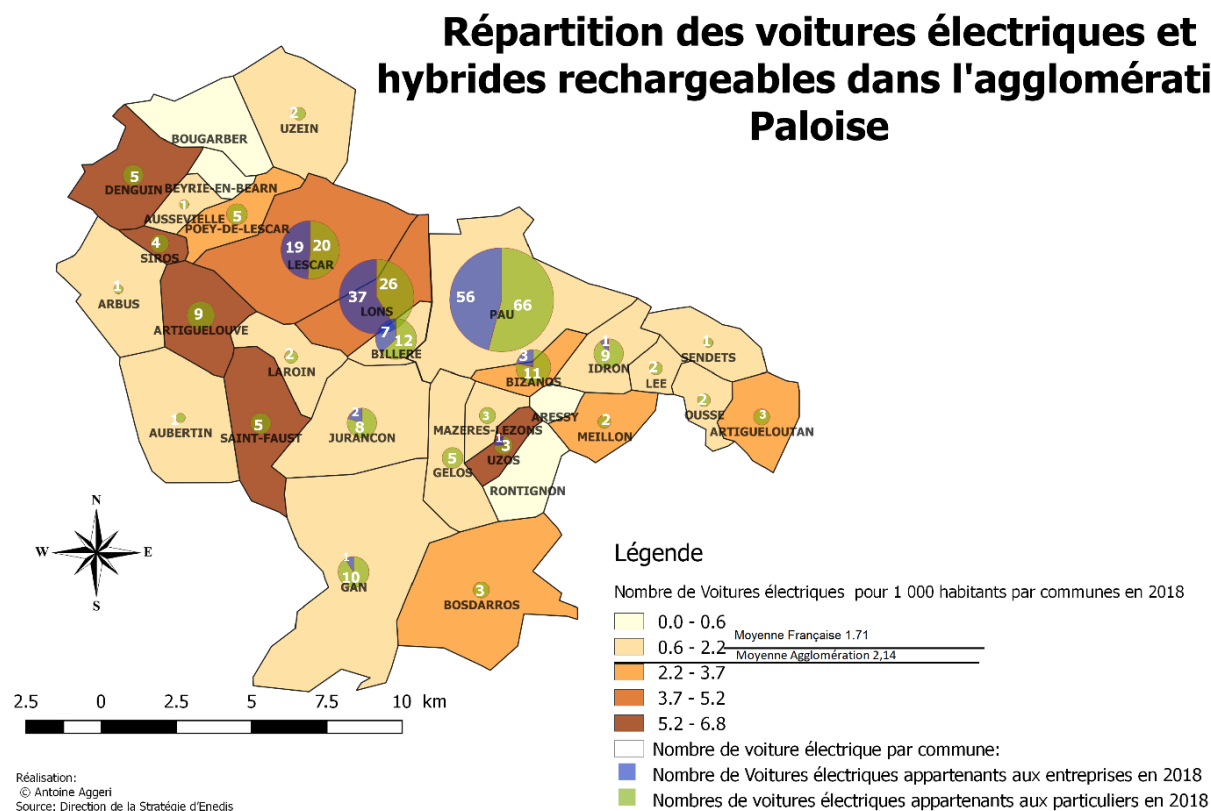
*Graphique 11 : Répartition des camions et camionnettes au sein de l'agglomération Paloise*



Source : direction de la stratégie d'Enedis, 2019

Comme nous pouvons le voir sur les deux graphiques ci-dessus (graphiques 10 et 11) l'écrasante majorité des camions, camionnettes et cyclomoteurs sont concentrés dans le centre de l'agglomération notamment dans la ville de Pau. Ceci peut s'expliquer par le fait que ce sont les plus grandes entreprises (La poste par exemple) qui disposent surtout de ces véhicules et que ces entreprises sont surtout basées à Pau.

Carte 3 : Répartition des voitures électriques de société

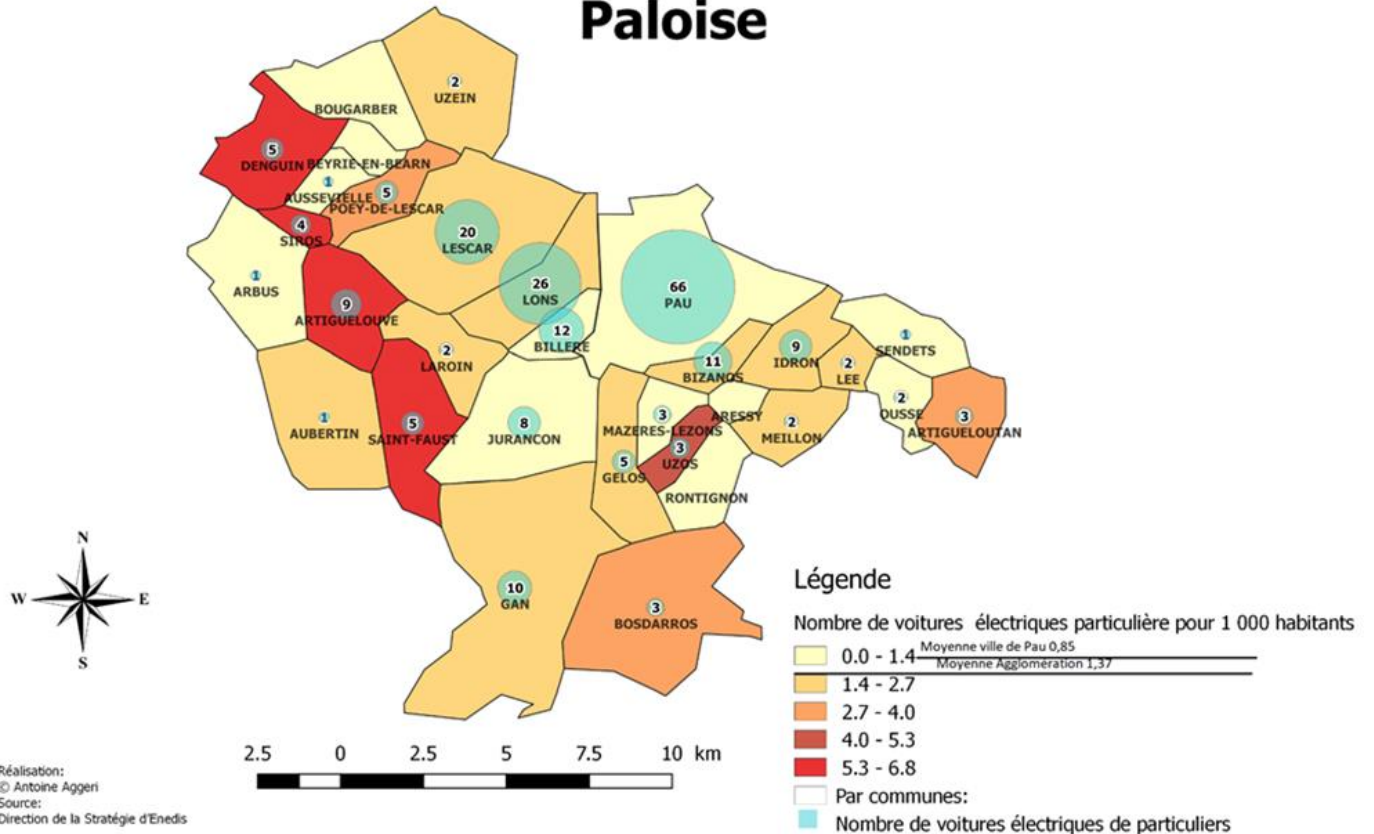


Nous pouvons voir sur la carte juste au-dessus que les voitures électriques de société sont surtout concentrées dans les villes centrales de l'agglomération (Pau, Billère, Lescar et Lons). Cette concentration s'explique par la forte présence d'entreprises dans cette zone.

Par contre, nous pouvons voir dans la carte ci-dessus et surtout ci-dessous que les voitures électriques détenues par des particuliers sont proportionnellement plus présentes dans les zones périurbaines : en effet le nombre de voitures électriques appartenant à des particuliers pour 1 000 habitants est bien plus élevé dans la couronne périurbaine et notamment les communes de la deuxième couronne notamment de l'ouest (Saint-Faust, Artiguelouve, Siros, Denguin etc.). Nous pouvons remarquer aussi que le taux de voitures électriques est très faible dans la ville de Pau où il y en a que 0.85 voiture électrique individuelle pour 1 000 habitants contre 1.37 dans l'agglomération en moyenne, soit 60 % de moins.

Carte 4 : Répartition des voitures électriques détenues par des particuliers dans l'agglomération

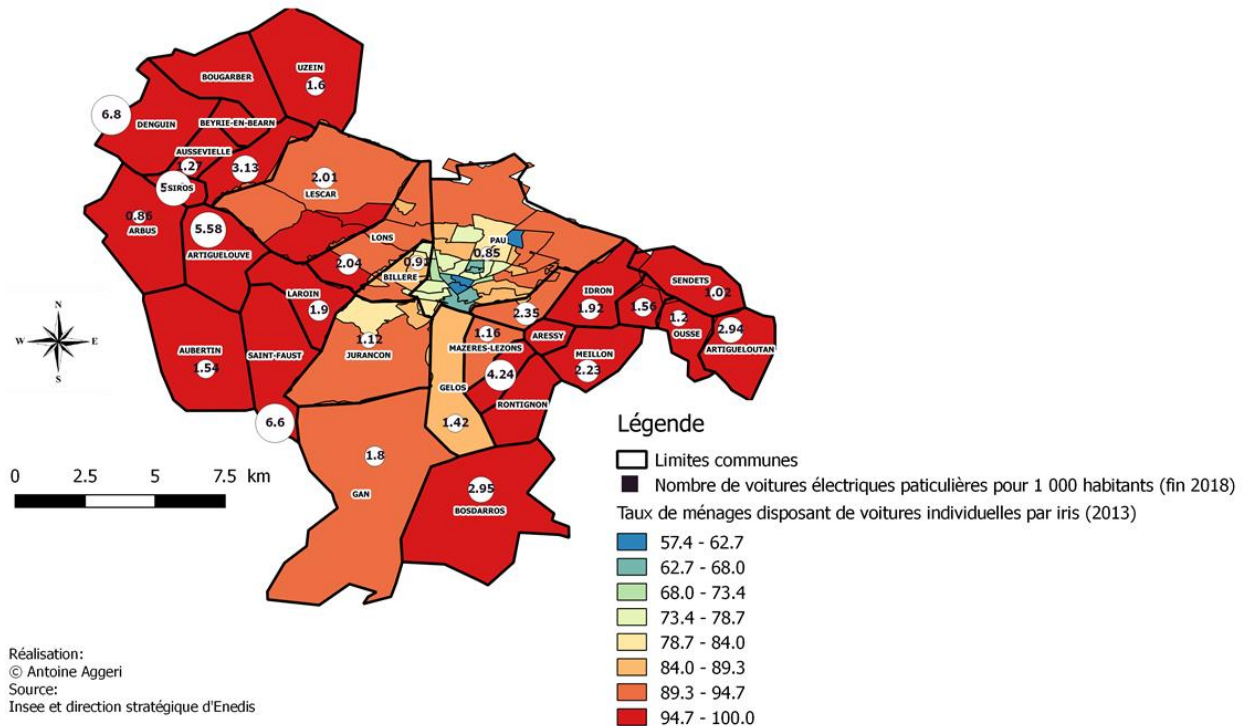
## Répartition des voitures électriques et hybrides rechargeables particulières dans l'agglomération Paloise



### 1.4. L'évolution anticipée de la demande dans les différents secteurs

Carte 5 : Taux de motorisation et présence des voitures électriques par Iris

### Taux de voitures électriques et hybrides rechargeables (pour 1 000 habitants) par communes et pourcentage de ménages motorisés par Iris dans l'agglomération Paloise



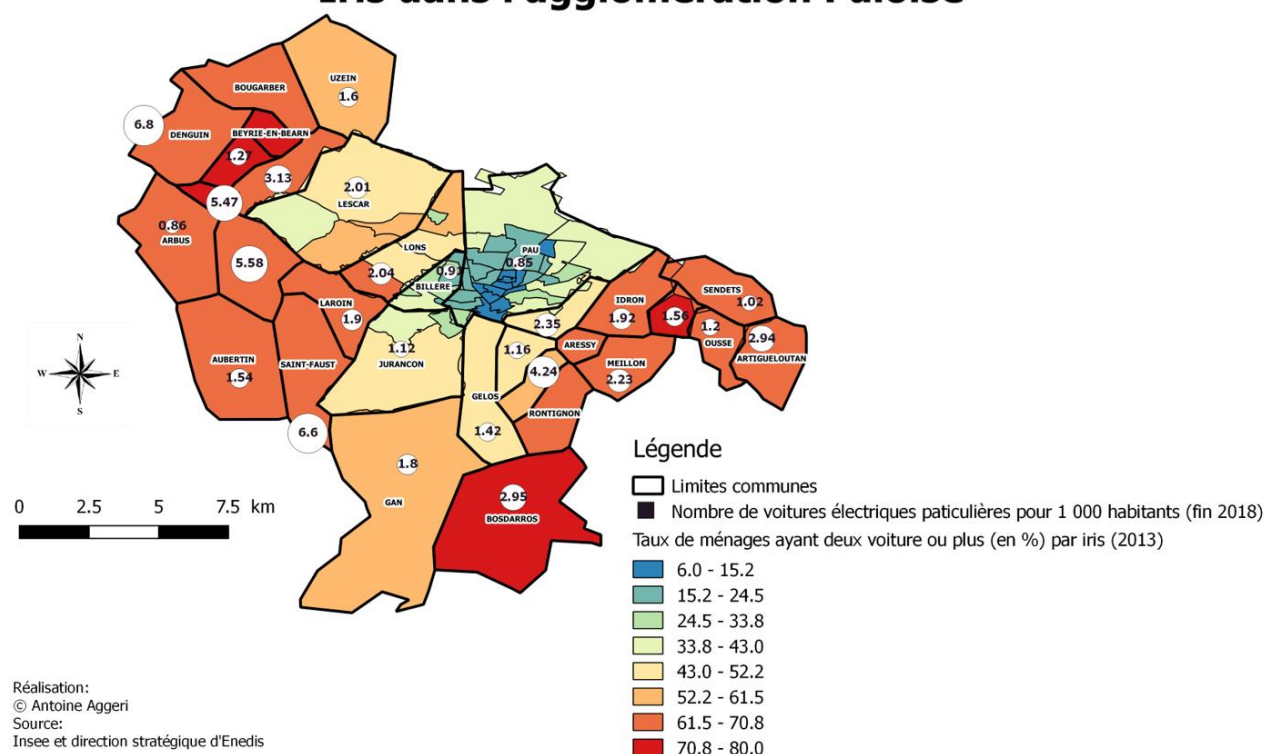
On peut remarquer sur la carte ci-dessus que le taux de motorisation suit un gradient centre-périphérie. Le taux de motorisation permet aussi de voir où les populations sont les plus dépendantes de la voiture et où la croissance de la mobilité électrique serait certainement la plus nécessaire du fait que ce sont aussi les lieux où les habitants font en général le plus de kilomètres notamment lors des trajets domicile-travail. Ces habitants pourraient donc amortir la « dette carbone du véhicule électrique » assez vite et trouver un intérêt économique plus rapidement pour l'achat d'un véhicule électrique. Le taux de motorisation des ménages et la pénétration des véhicules électriques sont corrélés. Ainsi, les villes du centre où les ménages sont les moins motorisés (Pau, Billère, Gelos, Jurançon...) ont un taux de voiture électrique pour 1 000 habitants inférieur à la moyenne de l'agglomération qui est égale à 1,37 alors que dans certaines communes plus motorisées (Artiguelouve, Siros, Denguin), ce taux est le plus élevé de l'agglomération.

Nous pouvons voir aussi, grâce à la carte ci-dessous, que Les Iris où les ménages sont les plus multi-motorisés sont situés dans la deuxième couronne de l'agglomération où le taux de voitures électriques par habitant est le plus élevé. Ces zones risquent d'être aussi celles où le

véhicule électrique devrait se développer le plus car souvent les acheteurs de VE disposent déjà (comme nous le verrons par la suite) d'une autre voiture pour les longs trajets.

*Carte 6 : Multi-motorisation et présence des voitures électriques dans l'agglomération Paloise*

### Taux (pour 1 000 habitants) de voitures électriques et hybrides par communes et pourcentage de ménages multi-motorisés par Iris dans l'agglomération Paloise



Ainsi nous pouvons remarquer que les voitures électriques risquent surtout de se développer dans les zones périurbaines. Le développement des voitures électriques semble être rapide aujourd'hui avec une demande assez forte relevée par tous les concessionnaires ainsi que par un installateur de bornes agréé qui nous a confié que l'installation de bornes est de plus en plus importante : elle est passée en quelques années de 30 % à 70 % de son chiffre d'affaires. Par contre, les voitures électriques devraient se développer plus lentement là où la présence d'immeubles dans certains quartiers palois est forte (centre-ville ou Ousse des Bois). Or comme les voitures électriques se rechargent en général à domicile et que la mise en place d'une borne est plus complexe à mettre en œuvre dans les parkings des immeubles que dans une maison individuelle, ceci pourrait ralentir le passage de ces habitants à la mobilité électrique. Enfin, pour l'instant, la voiture ne semble pas appropriée pour les personnes effectuant de longs trajets fréquemment.



## 2. L'usage des véhicules électriques ressortant des entretiens

Durant le stage réalisé à la direction de la transition énergétique de la CAPBP, plusieurs entretiens ont été réalisés pour identifier et apprécier les raisons du passage au véhicule électrique, les éventuels freins qu'il suscite, les habitudes en termes d'usage et de recharge, l'avis sur le nombre et le positionnement des bornes etc. La grille d'entretien utilisée pour interroger les différents publics ciblés se trouve en annexe 1. Plus de vingt entretiens (25) ont été réalisés auprès des catégories suivantes :

- Sept particuliers
- Quatre travailleurs indépendants (2 taxis, 1 architecte, 1 viticulteur)
- Deux restaurateurs, deux hôteliers (hôtel Beaumont et Kyriad)
- Six concessionnaires (BMW, Kia, Nissan, Peugeot, Renault, Toyota)
- Un installateur de bornes
- Un employé des services techniques des parking équipés de bornes
- Une cadre d'E-Totem
- Le président de l'association AUBE (Association des Utilisateurs de Bornes Electriques)

Les quatre paragraphes suivants s'inspirent en partie des données recueillies lors de ces entretiens.

### 2.1. Le profil des personnes interrogées étant passé à l'électrique

Le profil des personnes interrogées est souvent le même : la majorité des personnes interrogées sont des familles vivant dans des villes périurbaines (Lons, Serres-Castet, Morlaàs, Lescar etc.) et qui travaillent en général dans de plus grandes villes notamment à Pau ou dans les centres d'emplois de Lacq par exemple. Ces personnes vivent dans la majorité des cas dans une maison individuelle ce qui leur permet de se recharger facilement le soir à domicile. Souvent ces personnes disposent d'une autre voiture thermique ou hybride qui est souvent utilisée par l'autre personne du couple et pour des trajets plus conséquents comme aller voir leur famille. Les personnes ont ainsi adopté des stratégies pour répondre à la contrainte de l'autonomie qui ne pose pas de

problème pour l'écrasante majorité des trajets et utilisent leur autre voiture pour les trajets les plus longs. Aussi la voiture électrique est souvent venue remplacer l'ancienne vieille voiture du couple quand celle-ci, le plus souvent un diesel, arrivait en fin de vie. Nous pouvons résumer l'utilisation de cette voiture par cette citation extraite d'un des entretiens réalisés :

*« Ben, ma voiture [...] j'avais une Clio diesel donc elle a commencé à avoir un peu de kilomètres donc c'était le bon moment de la changer [...] En fait chez moi on a deux voitures, donc une voiture plus familiale pour les enfants, les longs trajets et le week-end après une autre voiture dont moi je me sers pour les trajets du quotidien. C'est vrai que mon diesel n'était pas adapté pour les petits trajets, j'hésitais soit à prendre une essence soit une électrique... finalement j'ai pris une électrique et ça me suffit très bien pour les trajets que je fais »*

Nous pouvons tout de même préciser que deux personnes interrogées semblent être passées au tout électrique : une personne car le couple avait remplacé ces deux anciennes voitures thermiques par deux voitures électriques pour des raisons environnementales notamment, l'autre personne n'a pas vraiment choisi puisque ce passage au mono-équipement est dû à une séparation qui l'a poussé à vivre aussi dans un immeuble. Quelques personnes interrogées pensent qu'il serait pour eux possible d'effectuer tous leurs trajets en véhicules électriques si elles avaient une plus forte autonomie (400 kilomètres) et si les charges rapides se multipliaient. Enfin les taxis interrogés semblent eux utiliser sans difficulté leur voiture électrique pour faire de longs trajets (Pau-Bordeaux par exemple) quand ils ont une Tesla de forte autonomie, grâce aux superchargeurs qui sont réservés aux voitures Tesla qui permettent de regagner 150 kilomètres d'autonomie en 20 minutes de charge et qui sont présents environ tous les 150 kilomètres environ sur les routes européennes.

Nous pouvons ainsi résumer le profil type de possesseurs de voiture électrique : ce sont des personnes habitant relativement loin de leur travail dans une maison individuelle avec une personne du couple ou de la famille qui dispose d'une autre voiture thermique ou hybride pour les longs trajets. Mais ce profil type pourrait évoluer avec l'évolution de la technologie et certaines personnes vivant dans des appartements pourraient être intéressées. Un installateur de bornes nous a fait part de demandes de plus en plus importantes d'installation de bornes dans certains collectifs comme dans les parkings des tours d'Aspe et d'Aspin au sud de Pau.



## 2.2. Des clients déjà convaincus pour des raisons écologiques et de performance, plus rarement pour le bilan économique

Grâce aux entretiens, nous pouvons remarquer que la plupart des gens passant à l'électrique sont des gens qui étaient déjà convaincus par la technologie avant d'acheter la voiture. Souvent ils y réfléchissaient depuis un certain temps et connaissent bien la technologie (souvent en s'informant sur des forums internet). Cela peut s'expliquer par le fait que comme la technologie est nouvelle et que l'autonomie entraîne un changement dans la façon de se représenter l'usage de la voiture, l'adoption de la voiture électrique est plus difficile pour les autres usagers. A cela s'ajoute le fait que les concessionnaires et les commerciaux automobiles, notamment des marques les plus en vue, connaissent assez peu la nouvelle technologie (même si certains concessionnaires commencent à rouler à l'électrique) et ne rassurent pas toujours les nouveaux acheteurs potentiels sur ce nouveau type de véhicule. Ils auraient même parfois tendance à parler surtout des défauts des voitures électriques selon certaines personnes interrogées. Pour expliquer leur passage à cette motorisation beaucoup se considèrent comme des pionniers. Pour nous expliquer l'achat de cette voiture ils ont cité trois raisons principales qui les ont fait acheter cette voiture.

La première qui a été la raison la plus citée par les utilisateurs interrogés semblent être la raison environnementale : en effet celle-ci a été citée par 6 personnes sur 11 comme la raison principale ayant poussé au choix de ce véhicule électrique. Ceci est surtout le cas pour les acheteurs de véhicules de première génération ce qui peut s'expliquer par le fait que ces voitures étaient en général plus chères et donc que cela représentait un investissement conséquent, que la technologie n'était pas encore très connue et qu'il y avait une incertitude sur la durée de vie des batteries (même si avec le recul la plupart de ces personnes ont des batteries qui ont perdu peu d'autonomie alors que certains ont leur voiture électrique depuis 2013). Ces acheteurs l'ont surtout fait pour donner l'exemple comme nous le précise une personne interrogée :

*« le choix clairement c'est un choix militant pour un petit peu donner l'exemple. Oui donner un signal...Enfin voilà c'était vraiment pour impulser le mouvement et envoyer un message. Clairement c'est vraiment un choix militant, faut pas acheter ce véhicule en espérant faire des économies. ».*

L'achat s'inscrit souvent dans un changement du mode de vie visant à décarboner leur consommation et réduire leur impact environnemental. Certains acheteurs participent également à

des AMAP et disposent en complément d'une voiture hybride pour faire les longs trajets. Cette dimension écologique est souvent questionnée à cause de la pollution engendrée par les batteries (métaux stratégiques contenus, recyclabilité problématique) mais aussi du fait que l'électricité en France est d'origine nucléaire. Les personnes ayant acheté ces voitures aimeraient se recharger avec une électricité d'origine renouvelable et mieux connaître ce qu'il adviendra des batteries usagées.

Une autre raison invoquée est la performance des voitures électriques (agrément de conduite) et le confort (silencieuse) qu'elles procurent. Beaucoup sont intéressés par la technologie en considérant que celle-ci représente l'avenir. Ainsi, beaucoup de personnes mettent en avant la fiabilité du véhicule avec des pièces moins nombreuses que dans une voiture essence et la solidité du moteur. Beaucoup d'acheteurs semblent aussi avoir été convaincus d'acheter un véhicule pour son confort d'utilisation. En effet, beaucoup de personnes ayant acheté un véhicule électrique semblent en avoir déjà utilisé notamment dans leur travail. C'est le cas de beaucoup de fonctionnaires territoriaux par exemple (ainsi 3 personnes sur 11 avaient utilisé des voitures électriques à leur travail), une personne interrogée avait aussi conduit des voitures électriques et en avait acheté une d'occasion à Air France. Ce confort semble aussi fortement mis en avant par certains utilisateurs, notamment ceux qui utilisent le plus les voitures comme les deux taxis interrogés qui parlent de « bienfait » pour le corps (absence de bruit et de vibrations). Le fait d'être plus calme et plus zen sont aussi des éléments très cités par les utilisateurs de voitures électriques. Ainsi les arguments techniques ne sont pas souvent l'élément principal (1 fois sur 11) mais il est souvent lié avec d'autres éléments comme nous pouvons le voir sur les deux citations suivantes :

*« Pourquoi on a pris une voiture électrique ? Parce que bon, c'est l'avenir et comme ça on pollue moins et puis et puis c'est plus économique. On a déjà une installation photovoltaïque on s'est dit : pourquoi on n'aurait pas une voiture électrique ? »*

*« Mes motivations : enfin un vrai véhicule 5 places 100% électrique, dans l'air du temps, dans lequel je croyais. Raison économique aussi. J'avais identifié un intérêt économique à partir de 12 000 km/an au regard d'un véhicule diesel de l'époque ».*

Enfin la troisième cause qui semble justifier l'achat est l'avantage économique. Ceux qui le mettent en avant comme première raison de leur achat sont les personnes ayant acheté les voitures électriques d'occasion (permettant des achats de voitures dans les 10 000€) ce qui permet d'éviter

un prix d'achat trop élevé. Ces économies sont surtout le cas de personnes faisant de très longs trajets domicile-travail, qui avaient des voitures diesel et qui généralement ont pu réussir à toucher une prime pour la conversion. Ce prix d'achat raisonnable couplé à un prix de recharge faible permet à ces utilisateurs de pouvoir faire d'importantes économies comme nous le précise une personne interrogée :

*« Ça faisait longtemps que je pensais à acheter une voiture électrique : pas pour des raisons forcément écologiques mais plutôt pour des questions financières. Le prix du carburant étant devenu prohibitif : j'habite à 24 kilomètres. Et j'avais un budget de gazole qui dépassait les deux cents euros par mois, sans parler de l'entretien. Il y avait un coût d'utilisation qui a fait que j'ai réfléchi à une solution alternative. J'ai décidé d'acheter une voiture électrique parce que j'ai vu que le coût d'utilisation de cette voiture tombait à 90 euros par mois [...]. Donc je divisais par plus de deux mon budget d'utilisation, voire davantage, si on prend en compte l'entretien car il n'y a plus de vidange, je le divisais même par trois. »*

### 2.3. Les utilisations des voitures électriques

Les voitures électriques semblent majoritairement utilisées pour faire des trajets domicile-travail à l'intérieur de l'agglomération ou des communes alentour. La majorité des particuliers interrogés font entre 40 et 50 kilomètres par jour. La majorité des utilisateurs de véhicules électriques semblent aussi essayer d'utiliser le plus possible leur voiture électrique plutôt que leur deuxième voiture pour les trajets du quotidien (courses, loisirs, amener les enfants à l'école, etc.) pour maximiser l'avantage économique et environnemental de la voiture. Pour ce qui est des deux petites entreprises interrogées, elles semblent utiliser beaucoup leurs voitures électriques, que ce soit pour des livraisons ou pour des visites par exemple. Quant aux taxis interrogés, ils semblent utiliser intensément leur Tesla en faisant environ 200-250 kilomètres par jour.

En ce qui concerne les distances en dehors du cercle des trajets domicile-travail et des autres trajets quotidiens, les véhicules électriques semblent être très peu utilisés, car les usagers préfèrent alors utiliser leur deuxième voiture. Toutefois, certaines personnes interrogées commencent à effectuer des trajets de plus en plus longs avec leurs voitures électriques, notamment avec celles de nouvelle génération (même si certains possesseurs d'anciennes générations font aussi ce type de

trajet en se rechargeant), en allant à la plage ou à la montagne notamment. Ces escapades semblent être de plus en plus longues au fur et à mesure de leur expérience avec le véhicule électrique. Les plus grandes distances parcourues n'excèdent pas cependant 200 kms.

#### 2.4. Les freins au passage à la mobilité électrique dans l'agglomération

Il semble exister plusieurs freins au développement de la voiture électrique. Le premier qui est souvent cité par les concessionnaires et les usagers est le prix d'achat qui est plus élevé que pour des voitures thermiques équivalentes. Ce surcoût a longtemps fait réfléchir certaines personnes interrogées dont certaines ont franchi le pas en trouvant des offres attractives, notamment de voitures d'occasion.

L'autre problème souvent cité est la difficulté pour pouvoir faire de longs trajets pour deux raisons : tout d'abord parce que les voitures ont peu d'autonomie et ensuite parce que recharger la batterie prend trop de temps quand les bornes sont lentes ou moyennes (comme nous le verrons par la suite) ou qu'elles sont difficiles d'accès. Or l'écrasante majorité des bornes des Pyrénées-Atlantiques est de puissance moyenne. Ce problème fait que les couples qui disposent déjà d'une électrique sont désincités à passer au tout électrique bien qu'ils soient souvent très satisfaits de leur voiture électrique. Cela peut aussi poser un problème pour les personnes ou les familles ne disposant que d'une voiture.

Un autre problème fréquemment cité est le problème des personnes habitant en immeuble. La raison étant que pour ces gens, il est bien plus complexe d'installer des bornes et l'installateur de bornes nous a précisé que la façon dont on pouvait installer des bornes dans les parkings des collectifs n'était pas toujours très claire pour les habitants des immeubles. Cette difficulté est encore plus forte pour les gens vivant dans des immeubles qui ne disposent pas de leur propre parking.

Enfin le dernier problème est le manque de connaissance vis-à-vis de la nouvelle technologie entraînant une peur de l'inconnu surtout que les concessionnaires ne semblent pas vraiment conseiller les clients sur les différences et les avantages avec les voitures thermiques : la façon de conduire, le fonctionnement des bornes de recharge, la fiabilité de la voiture, etc. Pour surmonter ces incertitudes, les constructeurs ont généralisé la location-vente, ce qui peut permettre aux clients de ne pas les acheter à la fin de la vente si la voiture ne leur convient pas. Les concessionnaires confirment que c'est le mode de vente le plus fréquent. Par contre cette inquiétude semble

commencer à s'estomper quand les utilisateurs testent la voiture électrique.

Une autre raison qui peut freiner l'adoption de la voiture électrique est les concessions qui vendent certains véhicules, comme les Tesla, sont peu nombreuses. Pour les taxis, ce sont les véhicules les plus adaptés à leurs usages (confort, autonomie) mais le concessionnaire Tesla le plus proche est à Bordeaux ce qui peut poser des problèmes pour aller essayer le véhicule par exemple. Ce chauffeur de taxi témoigne de la performance des Tesla :

*« Le problème c'est le fait que les gens n'y croient pas et le fait qu'on n'entend plus le moteur : est-ce que ça roule vite ? Mais oui ça roule vite ![...] Je crois que le marchand de voiture électrique, il a pas les bons vendeurs,[...] Vous, vous l'avez essayé vous êtes monté dedans, vous l'avez essayé et vous vous êtes dit c'est formidable mais c'est ce qu'il faut faire. On a la possibilité de dire aux gens vous y monter et on roule ; Et quand le gars il a fait un tour : ben quand il revient, il se dit ça marche ! »*

## **TROISIEME PARTIE : COMMENT REDEFINIR UNE POLITIQUE SUR LA MOBILITE ELECTRIQUE ?**

### **1.Etat des lieux des bornes de recharge déjà installées**

#### **1.1. Où se rechargent majoritairement les personnes interrogées et où aimeraient-elles se recharger ?**

La totalité des personnes interrogées semblent se recharger chez elles (sauf une qui n'en a pas la possibilité car il vit en immeuble) durant la nuit car ils trouvent cela très pratique et agréable en leur permettant d'éviter de perdre du temps pendant le reste de la journée devant une borne. Ainsi la possibilité de pouvoir se recharger chez soi le soir semble être un des avantages le plus souvent mis en avant par les personnes interrogées qui sont très contentes de ne plus à avoir à faire le plein d'essence et même les taxis qui pourtant peuvent accéder gratuitement au super-chargeur préfèrent en général se recharger chez eux le soir notamment pour des raisons écologiques ou financières

(tarif heure pleine/heure creuse), ce qui leur suffit largement pour leur déplacement au sein de l'agglomération. Comme le précise une personne interrogée :

*« Alors des bornes je ne me suis pas trop préoccupée de là où on pourrait trouver des bornes [...] Donc non je ne me suis jamais encore chargée ailleurs que chez moi. »*

L'autre moment de la journée où les gens semblent vouloir se recharger est pendant leur travail. En effet 3 personnes sur les 7 personnes salariées (en excluant les travailleurs indépendant et les taxis) se rechargent pendant leur période de travail : l'une car son entreprise a installé des bornes de recharges sur le parking de son travail, un autre qui se recharge sur le parking d'un centre commercial qui est proche de chez lui pendant son travail car notamment il n'a pas de borne chez lui et enfin une personne qui se recharge dans un parking souterrain près de son travail. L'installation de bornes près de leur travail semble être une des installations privilégiées par les personnes interrogées. Les personnes qui se rechargent durant leur travail font des rotations pour éviter d'immobiliser trop longtemps la borne en se rechargeant le matin et en libérant la borne l'après-midi par exemple (ou l'inverse) mais du fait de leur travail ils sont obligés de monopoliser la borne pendant au moins 4 heures alors que sa puissance permettrait une recharge complète en une ou deux heures.

Sinon les personnes interrogées semblent de temps en temps se recharger dans les parkings des centres commerciaux ou dans les parkings souterrains notamment lorsqu'ils font leurs courses ou qu'ils vont au cinéma par exemple, ils font cela plus aisément car ils viennent souvent dans ces lieux où ils prennent l'habitude de se recharger et ces recharges sont gratuites (même si pour les parkings souterrains il faut payer le parking).

Enfin, nous pouvons remarquer que la majorité des bornes publiques du réseau Mobive sont très peu utilisées par les personnes interrogées et ceux-ci les utilisent souvent lors de leurs voyages en dehors de l'agglomération (au Pays Basque, à la montagne ou dans les Landes par exemple) en s'arrêtant souvent lors de leurs voyages profitant de ce temps pour aller se restaurer ou pour consulter leur mail sur internet. Cependant, beaucoup de gens trouvent ces bornes trop lentes pour pouvoir faire de longs trajets, certaines personnes trouvent aussi que certaines zones comme Lescar disposent de peu de bornes de recharge. Un autre problème est que ces bornes sont alimentées au courant alternatif et certaines premières versions de voitures ne peuvent recevoir que très peu de courant alternatif (pour certaines voitures c'est 7 kWh) et se rechargent donc très lentement avec celui-ci. Comme le prix de la recharge est réglé en fonction du temps resté sur ces bornes, celui-ci

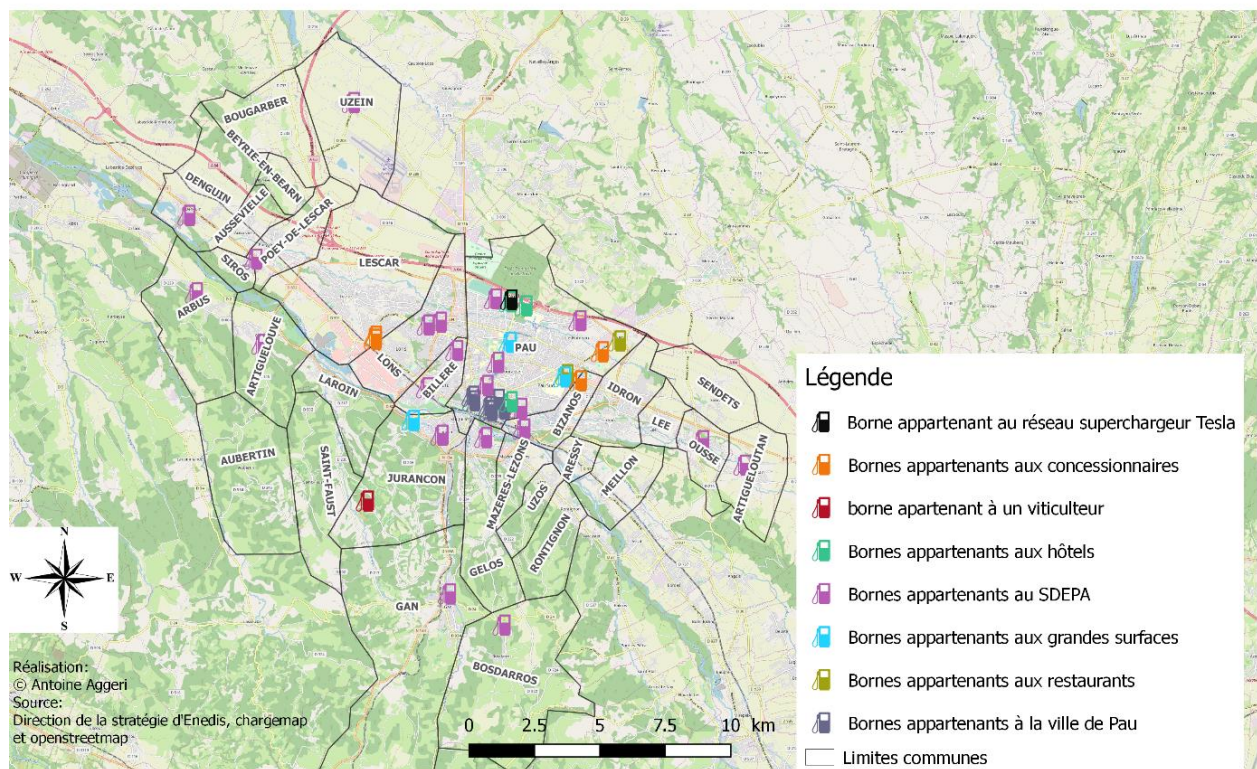


est prohibitif pour ces usagers. Enfin la communication sur ces bornes semble déficiente pour savoir comment y accéder et sur les différents câbles compatibles avec ces bornes. Ces bornes sont en général repérées par les personnes grâce à l'application Chargemap et plus rarement avec l'application Mobive.

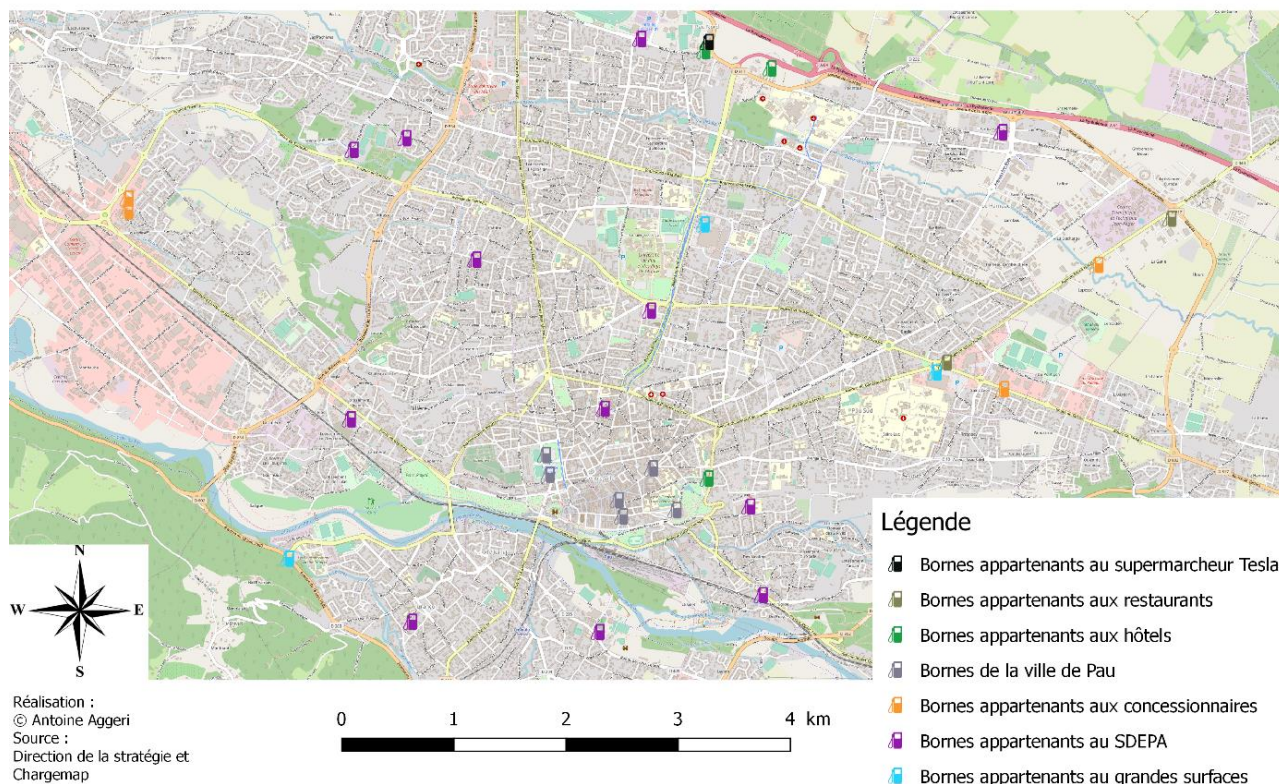
## 1.2. Etat des lieux de l'offre des bornes de recharge sur l'agglomération

*Cartes 7 et 8 : Répartition des bornes en fonction de leur propriétaire dans l'agglomération*

### **Répartition des bornes de recharge selon leur propriétaire dans l'agglomération Paloise**



## Répartition des bornes de recharges selon leur propriétaire dans le centre de l'agglomération Paloise



Nous pouvons voir ici que la majorité des bornes installées dans les communes extérieures aux communes centrales l'ont été par le SDEPA dans le cadre de sa politique de couverture relativement homogène du département (une borne tous les 25 kilomètres). Ces bornes du SDEPA sont aussi installées en un peu plus grand nombre à l'intérieur de la ville de Pau. Certaines bornes qui ont été installées en même temps que les autres bornes du SDEPA lors du même appel d'offre sont aujourd'hui gérées par la ville de Pau et sont situées dans les grands parkings publics (Clemenceau, Verdun, Beaumont, Aragon et Bosquet) une borne devrait même être installée bientôt au parking République près des Halles.

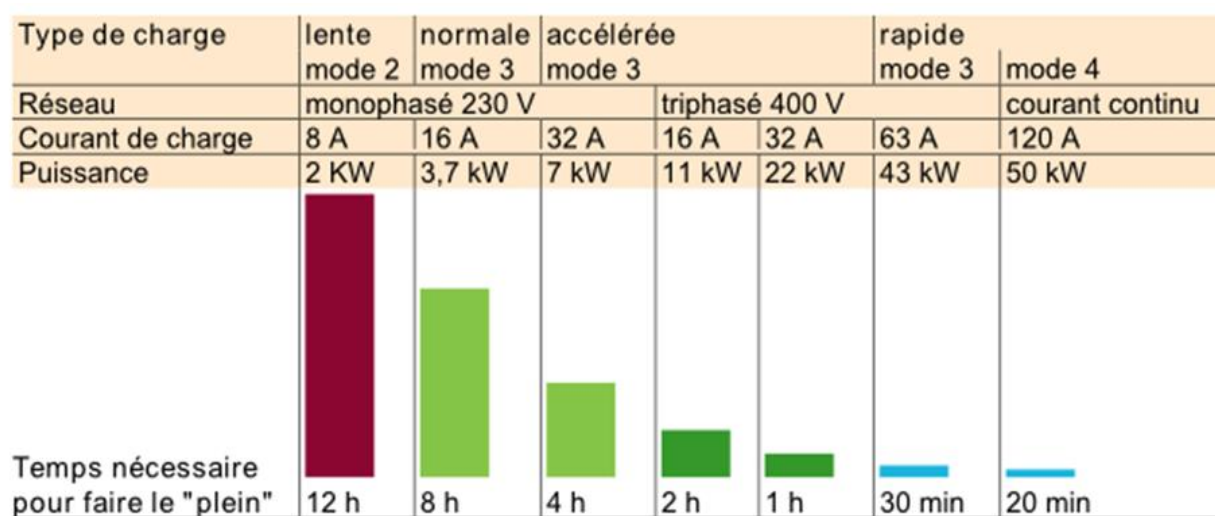
Enfin nous pouvons remarquer que certains acteurs privés détiennent aussi des bornes. Ces acteurs privés (restaurants, hôtels, viticulteur et centres commerciaux) semblent avoir installé ces bornes surtout comme un plus pour attirer et fidéliser leurs clients.

Enfin les marques de voitures ont installé des bornes de recharges (BMW, Renault, Peugeot et Nissan) pour pouvoir recharger leurs véhicules ainsi que pouvoir dépanner leurs clients. Des



bornes de charge super-Tesla ont aussi été installées près de l'hôtel Kyriad. Ils ont choisi cet emplacement à la suite de la demande du propriétaire de l'hôtel et parce que celui-ci répondait au cahier des charges très strict de Tesla : présence de toilettes, endroit où se restaurer, être près de l'autoroute, infrastructure suffisante pour une installation de très haute puissance.

**Graphique 12 : Durée de charge d'un véhicule électrique ayant une batterie de stockage de 22 kWh permettant de faire 150 km en fonction des différentes vitesses de recharge**

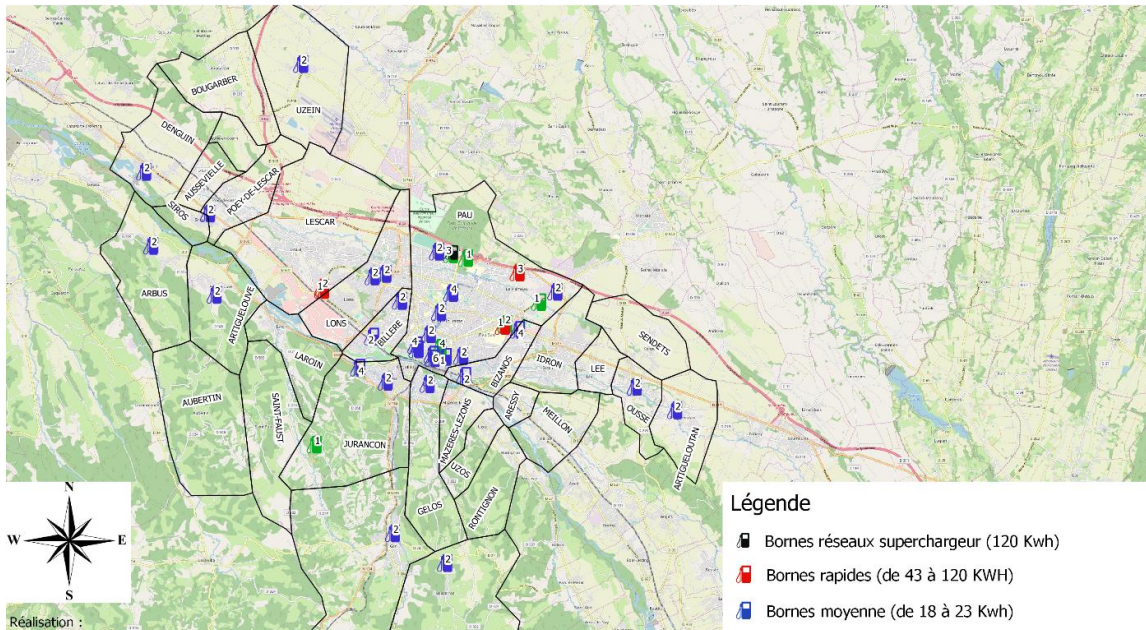


Source : <http://eco-motion.fr/content/23-le-mode-de-charge-4-charge-rapide.html>

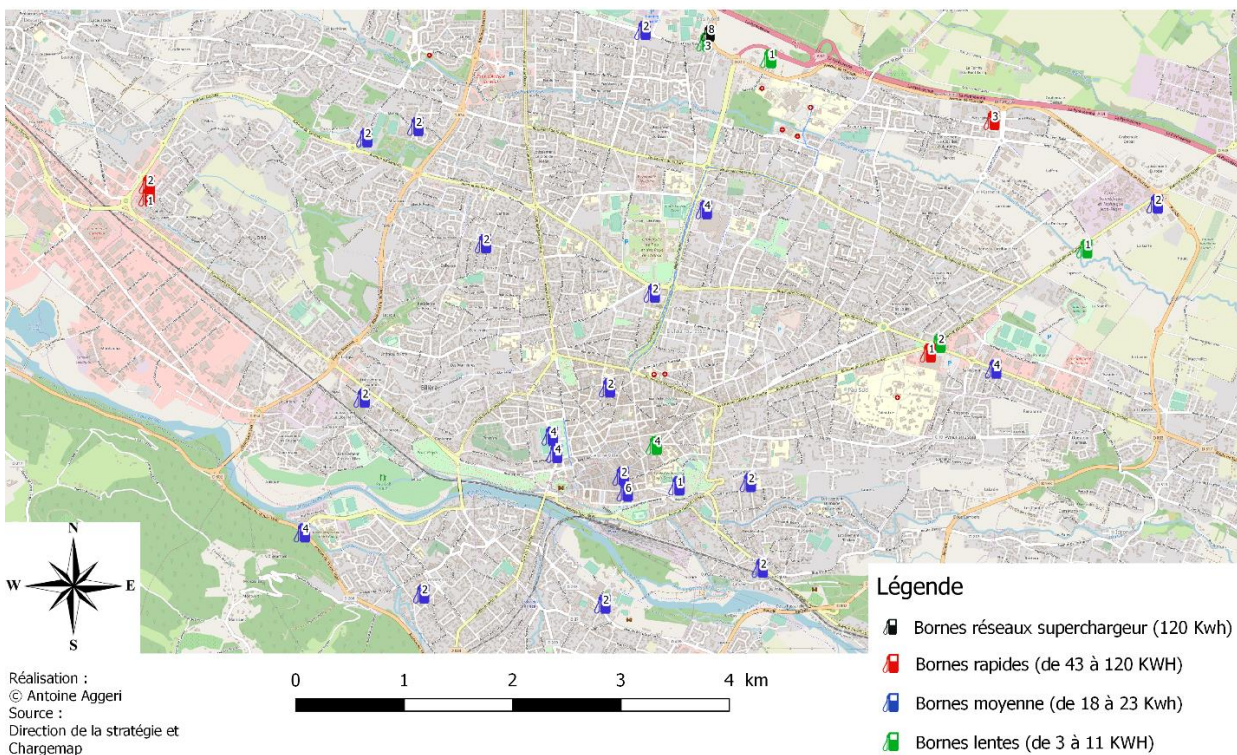
On peut lire ici le temps qu'il faut pour pouvoir obtenir 150 kilomètres d'autonomie en fonction des différentes vitesses de recharge. La vitesse la plus lente de 2 kW correspond aux prises domestiques qui sont déconseillées par les concessionnaires (à cause des risques de courts circuits). Ces derniers conseillent des Wall-box à domicile de 3.7 ou 7 kWh. Pour ce qui est du temps de recharge, il est beaucoup plus long quand la batterie est presque vide et surtout quand elle est presque pleine (ainsi les 20 derniers pourcents représentent souvent la moitié du temps de charge et cela peut être encore plus long pour les charges haute puissance à cause de l'échauffement des batteries). A préciser aussi que commencent à apparaître des bornes beaucoup puissantes comme des bornes du réseau Ionity qui ont une puissance de 350 kWh et qui permettent de gagner en 5 minutes 150 kilomètres d'autonomie.

Cartes 9 et 10 : Répartition des bornes dans l'agglomération paloise en fonction de leur puissance

**Répartition des bornes de recharges en fonction de leurs puissance dans l'agglomération**



**Répartition des bornes de recharges au centre de l'agglomération fonction de leurs puissance**





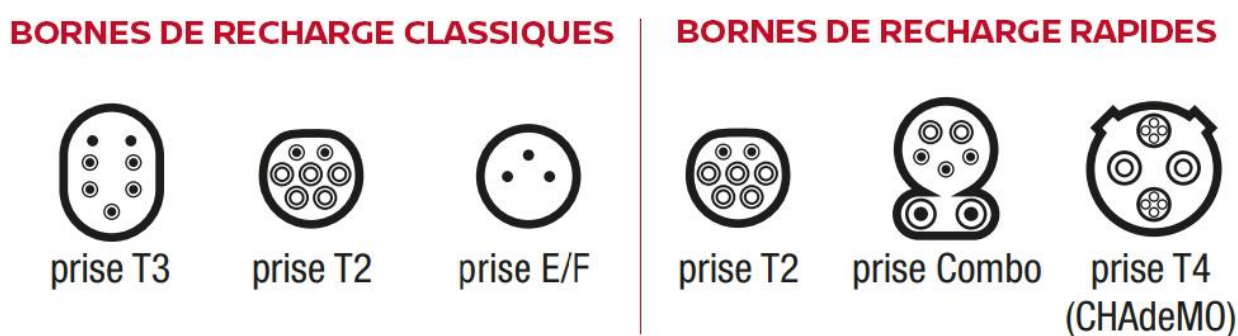
Nous pouvons remarquer que la majorité des bornes disponibles sur l'agglomération paloise (voir cartes 9 et 10) sont des bornes de puissance moyenne. Celles-ci ont surtout été installées par le SDEPA. Elles ont une puissance de 18 kWh avec deux points de charge (chiffre marqué sur les bornes dans les cartes) sauf une de 50 kWh qui a été installée près de la cité multimédia. Certains supermarchés ont aussi installé des bornes moyennes comme Leclerc ou l'Intermarché. Deux concessionnaires (Peugeot et Renault) ont eux aussi installé des bornes de puissance moyenne.

Quant aux bornes lentes, elles ont été installées par les hôtels (le Beaumont et le Kyriad) ainsi que les restaurants (Buffalo Grill ou Courte-Paille).

Les bornes rapides ont quant à elles été installées par les concessionnaires de BMW et de Nissan. Le SDEPA a aussi installé une borne de recharge rapide près de la cité multimédia. Une autre borne rapide a été installée par Auchan. Tandis que la borne la plus rapide de l'agglomération a été installée par le superchargeur Tesla.

### 1.3. Complexité des bornes de recharge

*Figure 1 : Les différents types de bornes de recharge*



Source : <https://www.automobile-propre.com/dossiers/recharge-voitures-electriques/>

*Photographie 1 : Différentes prises présentes sur une Nissan Leaf : à gauche prise pour recharge rapide, à droite pour recharge à domicile)*



Source : [www.moteurnature.com](http://www.moteurnature.com)

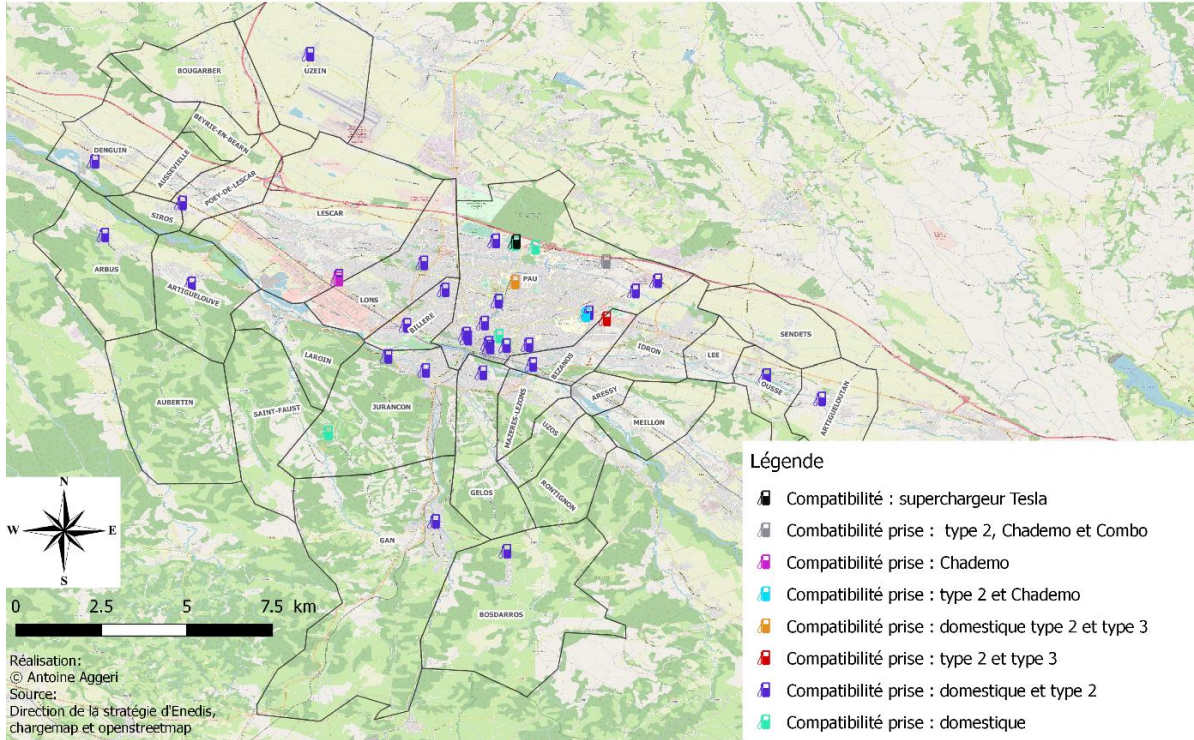
Pour les recharges sur bornes il y a plusieurs câbles qui peuvent être différents et poser des problèmes de compatibilité (voir figure 1 : précisons que les câbles E/F sont les câbles pour la recharge à domicile). Comme nous l'avons vu précédemment, une partie des premières versions électriques avaient des câbles différents pour se recharger dans les bornes de recharge de ceux qui sont majoritairement utilisés dans les nouveaux modèles. Ainsi certaines premières versions, notamment les Zoé de première génération, utilisaient des câbles de type 3 (voir figure 1) pour se recharger alors que maintenant les nouveaux câbles standards sont les câbles de type 2 (voir figure 1) qui ont été approuvés par la Commission européenne comme câble universel et avec qui toutes les nouvelles bornes installées doivent être compatibles. Il existe des adaptateurs pour rendre les câbles de type 3 compatibles avec les types 2 mais pour certains possesseurs cela peut poser des problèmes d'autant plus que certaines applications donneraient de mauvaises informations sur les câblages de certaines bornes.

Il existe aussi deux câbles pour fournir du courant de forte puissance (plus de 43 kWh) : tout d'abord le câble Combo (qui est surtout utilisé par les marques européennes) et le câble Chademo (qui est surtout utilisé par les marques Japonaises). Maintenant la loi impose que chaque borne de plus de 43 kWh soit compatible avec ces deux technologies.

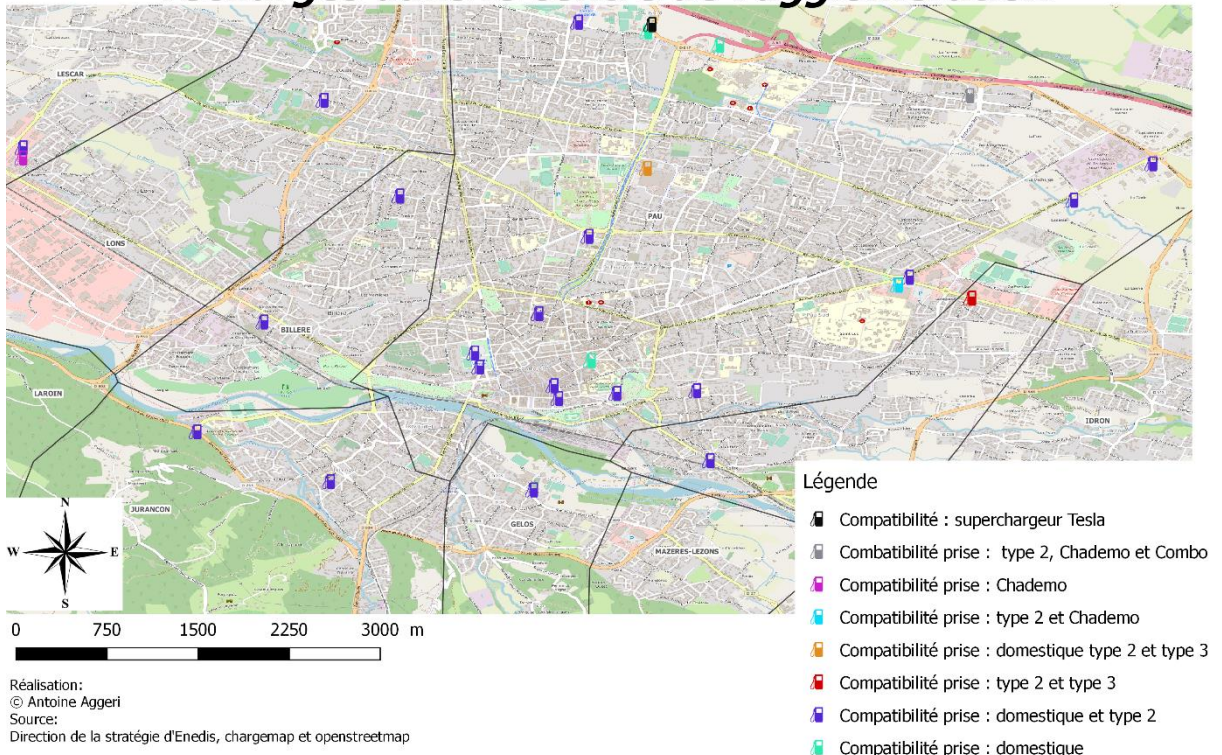


*Cartes 11 et 12 : Les différentes compatibilités des bornes de recharge dans l'agglomération paloise*

**Compatibilité des bornes avec les différentes prises de recharges dans l'agglomération**



**Compatibilité des bornes avec les différentes prises de recharges dans le centre de l'agglomération**

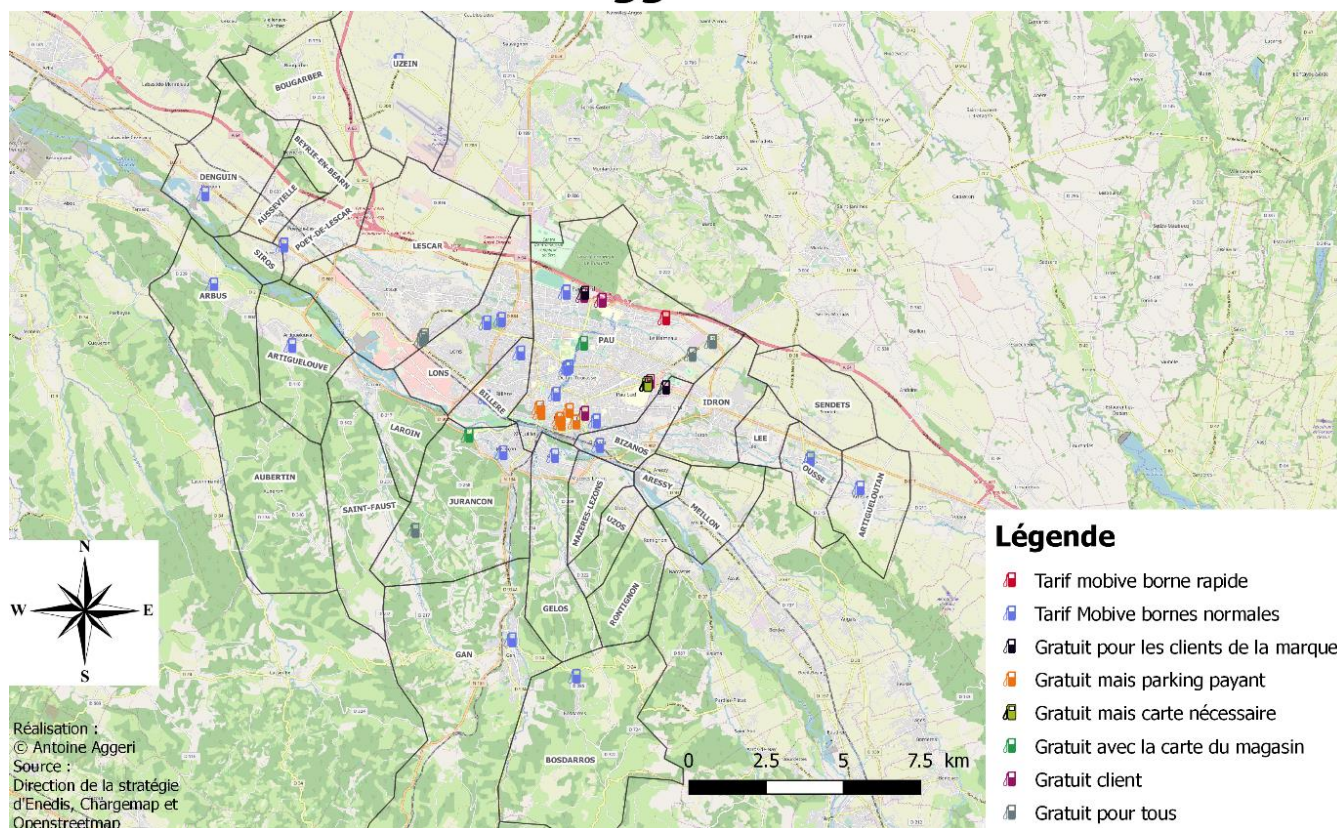




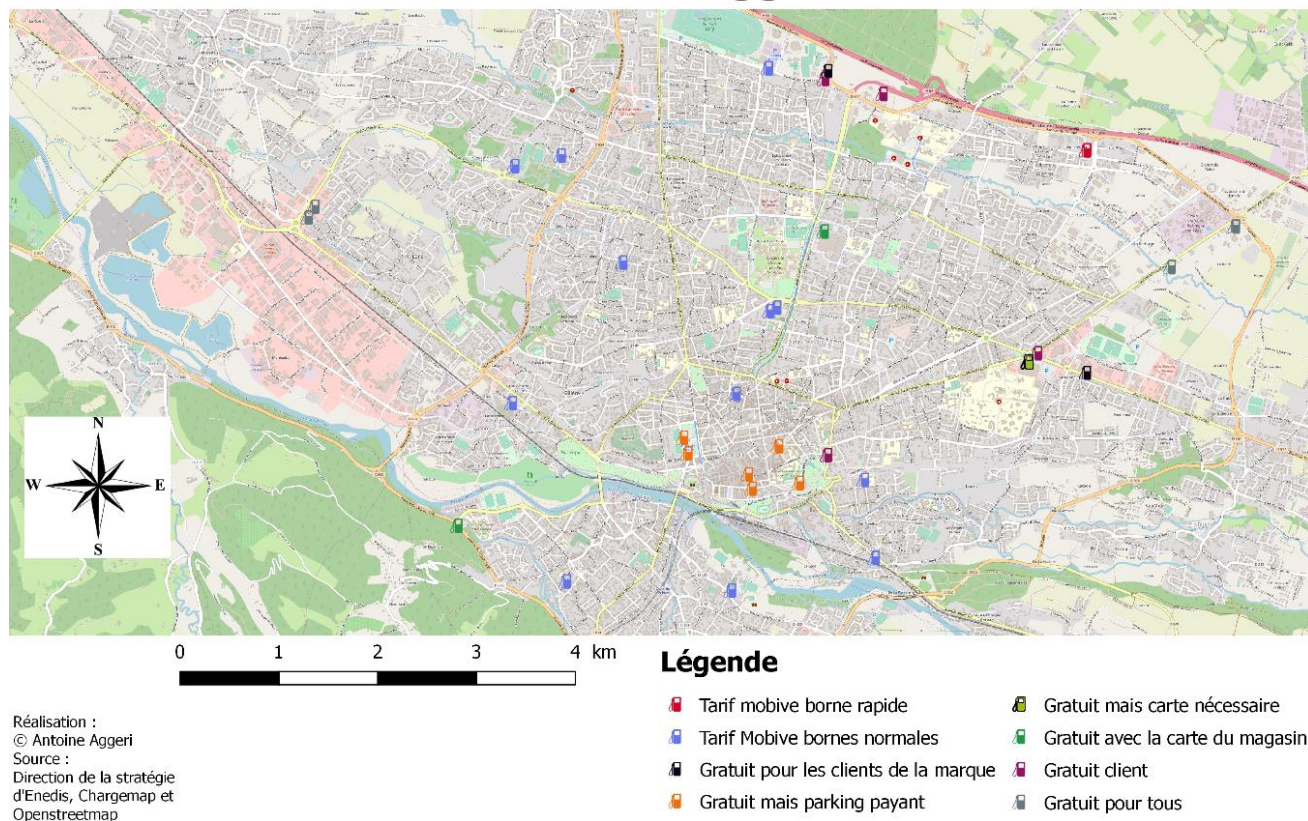
Nous pouvons voir sur les cartes ci-dessus que les bornes compatibles avec les câbles de type 3 sont quasiment inexistantes dans l'agglomération avec seulement deux bornes qui sont encore accessibles aux câbles de type 3 : celles du Leclerc et d'un concessionnaire Renault. En ce qui concerne les bornes compatibles avec les câbles Combo, une seule borne semble compatible avec elle : c'est la borne du SDEPA installée près de la cité multimédia.

*Cartes 13 et 14 : Les différentes modalités d'accès aux bornes de recharge dans l'agglomération paloise*

## ***Différentes modalités d'accès aux bornes de recharges dans l'agglomération***



## ***Différentes modalités d'accès aux bornes de recharges dans le centre de l'agglomération***



**Tableau 4 : Tarification du réseau Mobive**



Grille Tarifaire	
<b>Abonnement annuel : 18,00 TTC (12 mois en année glissante)</b>	
<b>Borne délivrant une recharge normale ou accélérée</b>	
Abonné	Non abonné
Frais de connexion 2,00 TTC <i>(Inclut la première heure de connexion)</i>	Frais de connexion 3,50 TTC <i>(Inclut la première heure de connexion)</i>
1,80 TTC par heure <i>(3 c€ par minute entamée)</i>	2,40 TTC par heure <i>(4 c€ par minute entamée)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gratuité de la première minute de connexion (application des frais au delà de la première minute)</li> <li>▪ Montant maximal de la transaction : 17,00 € TTC</li> <li>▪ Gratuité de la recharge de 23h à 6h (hors frais de connexion)</li> </ul>	
<b>Borne délivrant une recharge rapide</b>	
Abonné	Non abonné
Frais de connexion 2,00 TTC <i>(Inclut les 15 premières minutes)</i>	Frais de connexion 3,50 TTC <i>(Inclut les 15 premières minutes)</i>
1,80 TTC / 15 minutes (24h/24h) <i>(12 c€ par minute entamée)</i>	2,40 TTC / 15 minutes (24h/24h) <i>(16 c€ par minute entamée)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gratuité de la première minute de connexion (application des frais au delà de la première minute)</li> <li>▪ Montant maximal de la transaction : 17,00 € TTC</li> </ul>	

Source : <https://www.sdepa.fr/le-sdepa-participe-a-mobive-64/>

Nous pouvons remarquer que la majorité des bornes de recharge (voir cartes 13 et 14) qui sont accessibles au public dans l'agglomération le sont en payant le tarif du réseau Mobive (voir Tableau 4). Ce tarif est différent en fonction de la puissance des bornes de recharge, il y a aussi une différence de prix importante entre les abonnés et les non-abonnés et enfin les recharges sont gratuites entre 23 et 6h.

Nous voyons aussi que de nombreuses bornes sont accessibles gratuitement dans l'agglomération mais selon différents critères avec certaines bornes qui ne sont accessibles qu'aux clients de la marque : celles des concessionnaires Renault ainsi que celles des super chargeurs Tesla. D'autres sont accessibles gratuitement tout en ayant le parking à payer notamment les bornes des parkings souterrains. L'accès aux bornes peut aussi être réservé aux seuls clients, c'est notamment le cas des hôtels et d'un restaurant (Buffalo grill). D'autres bornes sont accessibles avec la carte de fidélité (Leclerc et Intermarché). D'autres sont accessibles avec une carte d'un réseau comme Auchan (car une carte est souvent donnée à l'accueil dans les autres lieux pour activer la borne), enfin, certaines bornes sont toujours gratuites.



#### 1.4. Une utilisation des bornes de recharge généralement extrêmement faible à part pour les charges rapides

Grâce aux données fournies par le SDEPA, nous avons pu avoir accès à certains chiffres datant de fin 2018 comme l'utilisation moyenne des bornes dans le département, le nombre d'abonnés ainsi que les dix bornes les plus utilisées et les moins utilisées dans le département. Nous pouvons tout d'abord remarquer que le nombre d'abonnés du SDEPA est très faible, ils étaient ainsi 238 sur 1 040 voitures individuelles et 2 383 véhicules électriques dans le département dont un peu plus de 60 abonnés actifs (plus de 4 recharges par mois) qui représentent 80 % environ des recharges du réseau. Nous pouvons remarquer que la très grande majorité des bornes moyennes installées par le SDEPA semble très peu utilisée : ainsi 63 bornes sur les 105 du département sont utilisées moins d'une fois par mois et 9 n'ont jamais été utilisées l'année dernière dont 3 dans l'agglomération (celle de Jurançon et les deux de Billère). Les bornes semi-rapides du SDEPA les plus utilisées du département sont celle situés près de lieux touristiques notamment dans le Pays Basque (plage par exemple), ainsi qu'une à Montardon et l'autre à Garlin qui semblent très utilisées par peu d'utilisateurs qui en font un usage très important (celle de Garlin étant utilisée fréquemment par la pharmacienne qui travaille à côté). Les informations sur la durée d'utilisation des bornes semblent aussi intéressantes : ainsi les usagers restent en moyenne 2 heures et cinquante minutes sur les bornes de recharge pour une consommation de 14,3 kW ce qui fait qu'ils consomment en moyenne juste un peu plus de 5 kW à l'heure alors qu'ils pourraient en consommer 18. Cela peut être corrélé au fait qu'une grande partie des recharges sur les bornes du SDEPA ont lieu entre 23 heures et 6 heures : ce chiffre permet d'évaluer à environ un tiers les charges qui ont lieu la nuit car pour 2h50 de temps passé sur la borne le prix de la recharge devrait être de 5,30 € alors que le prix moyen payé par les usagers n'était que de 4,30 € sachant que la charge entre 23h et 6h coûte les seuls deux euros de frais de connexion. Les deux derniers faits semblent nous montrer que certains utilisateurs semblent rester assez longtemps sur les bornes de recharge même lorsqu'ils ont fini leur charge et ceci souvent la nuit.

Pour ce qui est des autres bornes moyennes ou lentes qui ne sont pas gérées par le SDEPA, certaines ne sont utilisées que quelque fois dans l'année : comme celle des deux restaurants, des bornes appartenant à l'hôtel Kyriad et aux concessionnaires ayant des bornes lentes ou pour des concessionnaires comme BMW qui n'ont pas leur borne rapide référencée par les sites comme

Charge-map. Par contre, les bornes qui sont situées dans les parkings souterrains ainsi que dans les centres commerciaux semblent fortement utilisées. Ainsi les personnes interrogées semblent beaucoup apprécier se recharger pendant qu'ils font leurs courses et certaines personnes nous ont déjà fait part de l'impossibilité de se recharger parce que toutes les bornes des supermarchés étaient prises. Enfin les bornes des parkings souterrains sont très utilisées notamment à Bosquet avec aussi une grande demande aux parkings République des Halles où de nouvelles bornes devraient être installées. La majorité des personnes qui utilisent ces bornes semblent être des personnes travaillant en centre-ville et vivant en périphérie qui utilisent les bornes des parkings souterrains durant le temps où ils sont au travail.

Enfin nous pouvons remarquer que les bornes rapides semblent être toutes assez utilisées : la seule borne rapide installée par le SDEPA a été utilisée 293 fois dans l'année 2018 soit une fois par jour environ. Celle installée par Nissan semble être utilisée une fois par jour environ. Enfin, d'après le gérant de l'hôtel, les bornes du superchargeur (uniquement utilisable par les Tesla), sont très utilisées entre 10 et 40 fois par jour souvent par des étrangers selon lui. Ce très fort nombre de recharges de la part des Tesla alors que celles-ci sont extrêmement faibles dans l'agglomération (seulement 7 fin 2018), semble s'expliquer par une utilisation des bornes par des utilisateurs de passage qui s'appuient sur l'autonomie des Tesla et la possibilité de se recharger rapidement dans de nombreux points de charge répartis de façon relativement homogène sur le territoire pour faire de longs trajets avec leur véhicule électrique.

## **2. L'orientation que pourrait prendre la politique publique pour répondre aux usages**

### **2.1. Les éléments qui devraient orienter la politique publique sur les bornes de recharge**

Pour améliorer la politique publique sur les bornes de recharge, il semble qu'il faille prendre en compte plusieurs choses. Tout d'abord les utilisateurs semblent parfois disposer de mauvaises informations sur les bornes (leur vitesse, les problèmes éventuels qu'il peut y avoir, leur compatibilité). Ainsi, sur l'application Chargemap qui est très utilisée et assez fiable, il y a quand

même deux erreurs sur la puissance des bornes (l'une sur le parking de Verdun, l'autre sur le parking de BMW). En outre, il faudrait peut-être mieux communiquer sur l'installation des bornes et sur les différentes modalités d'accès. Ainsi, beaucoup de personnes ne savent pas que les bornes sont accessibles directement avec l'application Mobive sans abonnement. Certaines initiatives de communication ont été entreprises comme le tour des Pyrénées-Atlantiques ou de la Nouvelle-Aquitaine en voiture électrique qui sont organisés par le réseau Mobive mais ces initiatives mériteraient d'être mieux connues.

Certains utilisateurs aimeraient aussi que le prix soit fixé à partir du nombre de Kilowattheures consommés (peut-être avec un petit coefficient correcteur pour tenir compte du temps passé et éviter les voitures « ventouses ») pour éviter de défavoriser les possesseurs des premières versions de voitures électriques pour qui la recharge est souvent bridée. Une association, AUBE, (Association des Usagers de Bornes Electriques) a proposé différentes pistes pour cette nouvelle tarification (voir le lien :

<https://docs.google.com/document/d/1aGuYWvSmPuzrSkZ5vltW4LS1v7RCJZnkaIiEUAiNrA/edit>)

Enfin, quelques personnes interrogées sembleraient préférer pouvoir payer en carte bleue pour plus de simplicité.

En ce qui concerne les bornes de recharge, leur installation devrait pouvoir mieux répondre aux usages. En effet, une voiture reste garée en moyenne 95% de son temps aussi les usagers semblent en profiter pour se recharger. Comme le plus souvent la voiture est garée chez eux ou près de leur lieu de travail, c'est dans ces deux endroits qu'ils se rechargent majoritairement. D'un autre côté, certaines personnes profitent du temps pendant lequel ils font leurs courses ou d'autres activités de loisirs régulières pour se recharger car ils ont l'habitude de fréquenter ces lieux et que les recharges sont gratuites dans les parkings souterrains et les supermarchés. Pour leur trajet du quotidien les usagers ne semblent pas vraiment avoir besoin des bornes de puissance moyenne installées par le SDEPA. En effet, se recharger sur ces bornes pourrait les forcer à faire des détours ainsi qu'à devoir rester longtemps immobilisés près de la borne et en outre à devoir payer plus cher que leur charge à domicile (environ 40 % plus cher au minimum). Il semblerait que la nouvelle politique publique d'installation de bornes de recharge devrait évoluer pour répondre à deux problèmes principaux :

- Le premier problème est de répondre aux difficultés que connaissent les gens qui vivent en appartement et qui ne disposent pas de place de parking pour se recharger. La manière la plus efficace de répondre à cette demande semble être d'installer des bornes près des lieux de travail, de résidence ou bien des lieux où ils peuvent rester longtemps comme les parkings relais par exemple. Pour que cette installation soit la plus en adéquation avec la demande du client, il serait possible de s'inspirer des politiques d'installation de bornes à la demande mis en place par des villes comme Saint-Etienne ou certaines villes néerlandaises (comme nous l'avons vu dans la première partie). Il serait en outre possible de profiter d'un appel à projet que lance l'Etat qui subventionne les installations à la demande à 500 mètres du lieu de résidence à hauteur de 2 160 € par borne. Enfin, avant d'installer ces bornes, il semble important de prévoir que les véhicules restent en général de longues heures sur la même place de parking près du lieu de travail (entre 4 et 8 heures) ou du lieu de résidence de leur propriétaire (souvent plus de 12 heures). Quand ce temps de résidence est long, il semble judicieux de mettre en place des bornes de recharge d'assez faible puissance entre 3,7 et 11kW, ce qui permettrait d'éviter les problèmes techniques pour installer ces bornes et des coûts plus importants. Enfin il faudrait prévoir une tarification dont le coût est adapté à ces longues recharges.
- Comme nous l'avons vu précédemment les bornes rapides de l'agglomération semblent les plus utilisées et la majorité des gens semblent être restreints dans leur mobilité sur les longs trajets. Ainsi il semblerait intéressant de développer les bornes rapides pour pouvoir permettre aux utilisateurs de prévoir des trajets en perdant peu de temps de recharge durant celui-ci. Il semblerait que le plus judicieux soit d'installer ces bornes sur les principaux axes de communication notamment sur les nationales qui semblent beaucoup utilisées par les utilisateurs de voitures électriques et qui ne sont pas encore visées par des sociétés privées comme Izivia (filiale d'EDF) et le réseau Ionity (géré par plusieurs constructeurs automobile) qui préfèrent investir sur les grands corridors d'autoroutes. Il serait peut être judicieux d'essayer d'inciter ces réseaux de charges privés à installer des bornes près de Pau comme Izivia qui détient déjà 400 bornes rapides en France mais qui en détient peu près de Pau (les deux plus près étant l'une près de Saint-Gaudens et l'autre près de Bayonne). Pour installer ces nouvelles bornes, il serait en outre judicieux de penser aux activités à

proposer aux personnes qui s'y arrêteraient : wifi, toilettes, lieu de restauration ou café, etc. Il peut être possible ici de s'inspirer du cahier des charges mis en place par Tesla. Enfin, il pourrait être intéressant de mettre en place ces bornes en smart-charging, en les alimentant avec des panneaux solaires par exemple pour éviter de très gros coûts en raccordement et permettre d'alimenter ces bornes en énergie renouvelable.

- Ensuite il peut être possible de mettre en place des bornes pour répondre à certains besoins particuliers comme ceux des taxis qui semblent plutôt intéressés par des bornes dans leurs stations, à l'aéroport et à la gare.

## 2.2. D'autres stratégies pour développer le véhicule électrique et diminuer son empreinte carbone

Il semble qu'il soit possible d'agir sur d'autres dimensions pour développer le véhicule électrique. Ainsi un des problèmes les plus importants semble être le prix d'achat du véhicule électrique. Pour réduire cet écart de prix, l'agglomération pourrait subventionner l'achat d'un véhicule électrique. Ces subventions pourraient être destinées à des véhicules électriques moins aidés par l'Etat comme les voitures d'occasion qui ne sont pas aidées ou les véhicules utilitaires qui sont moins aidés que les voitures électriques des particuliers. L'agglomération peut aussi aider tous les véhicules électriques, mais il faudra des aides conséquentes pour vraiment faire basculer les acheteurs notamment à cause du prix élevé de certains véhicules.

Une autre manière de favoriser le développement des voitures électrique serait d'essayer d'agir pour régler le problème des longs trajets notamment pour les ménages étant passés au tout électrique. Sachant que pour effectuer des longs trajets il faut souvent un mode de locomotion alternatif : covoiturage, train, location de voiture. Il pourrait être possible de donner un avoir aux possesseurs de voitures électriques pour qu'ils puissent utiliser ces autres moyens de locomotion.

Un autre problème récurrent dans les entretiens est le manque de communication de certains concessionnaires et de connaissance de la population sur le véhicule électrique. Il serait donc possible pour répondre à ce problème de mettre en place des actions de communication en explicitant les avantages du véhicule électrique ainsi que ses différences avec le modèle thermique sur l'entretien, la conduite, l'aspect environnemental, financier, etc. Il pourrait être expliqué aussi

les différentes façons de se recharger ainsi que les modalités d'installation de bornes de recharge. Enfin il serait possible de faire tester les véhicules électriques de l'agglomération comme le fait Poitiers (voir précédemment), car le fait d'utiliser un véhicule électrique pourrait être un élément déclencheur de l'achat.

Enfin, pour diminuer l'impact carbone du véhicule il serait possible de racheter les anciennes batteries quand elles sont reprises par les constructeurs (la plupart du temps quand leur capacité descend en dessous de 70 %). Celles-ci étant récupérées, elles pourraient encore servir de longues années pour le stockage d'électricité. Cela pourrait servir à accompagner le développement des énergies renouvelables qui sont par nature intermittentes et donc qui peuvent poser des problèmes d'inadéquation avec la demande. Ces achats pourraient en outre fournir des compléments de revenus aux constructeurs ou aux possesseurs de voitures électriques.

### **2.3. D'autres mobilités électriques pouvant être un atout pour la transition énergétique**

La voiture individuelle pose de nombreux problèmes notamment la place qu'elle occupe : en effet une voiture individuelle nécessite des voies de 3,7 mètres de large et une place de stationnement de 12 m<sup>2</sup>. Pour réduire cette place prise par la voiture, notamment en ville, plusieurs mesures peuvent être mises en place pour la mobilité électrique. Premièrement, il peut être possible d'utiliser les voitures électriques en autopartage (c'est-à-dire de permettre aux individus de louer une voiture). Ceci pourrait permettre de faire rouler plus intensément les voitures électriques et donc de pouvoir effacer la dette carbone du véhicule. Les véhicules en autopartage permettraient aussi de rendre plus mobile les personnes ne disposant pas de véhicule et pourraient favoriser la multimodalité. Ainsi les gens utilisant l'autopartage selon une étude de l'ADEME parcourraient 41 % de kilomètres en moins en voiture. Selon la même étude de l'ADEME un système d'autopartage pourrait permettre de réduire entre quatre et huit places de parking par voiture utilisée. Mais pour qu'il soit utilisé intensément, il faut d'importants investissements pour que le système soit rendu vraiment pratique. Ainsi si celui-ci fonctionne en boucle (c'est-à-dire que les utilisateurs doivent rendre leur véhicule dans une des stations prévues à cet effet) il faut donc beaucoup de stations pour inciter les gens à l'utiliser ou s'il fonctionne en free-floating cela nécessite des investissements financiers encore plus

importants. Il nous faut rappeler tout de même qu'un service d'autopartage avait été mis en place à Pau mais qu'il s'est arrêté devant les importantes pertes financières et le faible nombre d'utilisateurs.

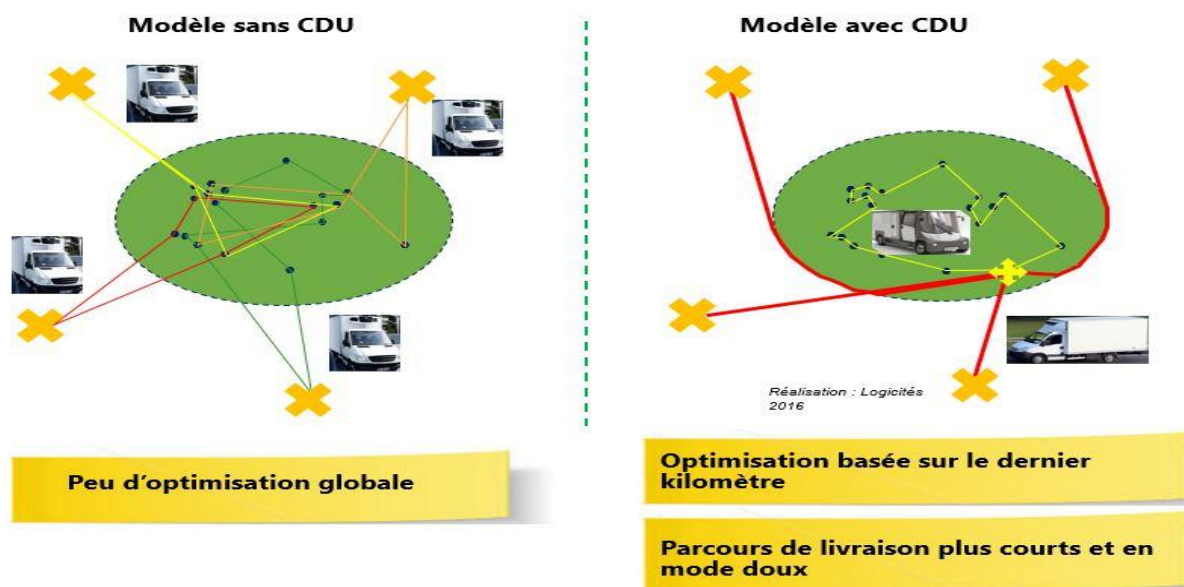
La motorisation électrique peut aussi être utilisée pour favoriser la mobilité douce. En effet, de nombreux véhicules légers comme les vélos ou les trottinettes peuvent avoir une version électrifiée permettant d'atteindre des vitesses plus rapides avec ces véhicules (25 kilomètres/heure pour le premier et 45 km/h pour le deuxième, souvent remis en cause pour sa dangerosité). Ces deux principaux avantages permettent d'inciter les personnes à remplacer la voiture sur certains trajets ce qui permet de consommer moins d'énergie vu la plus faible masse à mouvoir. Ces véhicules connaissent ainsi des développements très rapides avec une vente de 338 000 VAE (Vélo à Assistance Electrique) en 2018 soit 13 % des vélos vendus. Pour développer ces motorisations, l'agglomération peut aider les acheteurs électriques comme cela se fait dans certaines villes ou mettre en place des locations, ce que fait déjà la ville de Pau et qui semble extrêmement efficace puisque il y avait 520 vélos électriques en location en mai dans l'agglomération et qu'ils avaient tous trouvé preneur et que la liste d'attente est encore longue. Enfin ces mobilités pourraient se développer avec l'autopartage : ainsi beaucoup d'entreprises ont mis en place ces systèmes en free-floating, notamment dans les grandes villes. Ces services qui sont général très utilisés posent souvent de gros problèmes d'occupation de l'espace et de dégradation. Il semblerait donc judicieux de prévoir des espaces de stationnement dédiés pour ces véhicules s'il commence à y avoir un développement de ces systèmes d'autopartage.

Enfin la mobilité électrique pourrait permettre de décarboner le secteur des livraisons notamment dans le dernier kilomètre. En effet les livraisons dans le dernier kilomètre sont souvent effectuées par des véhicules différents et très polluants engendrant, selon une étude du marché de Rungis, 25 % des émissions de CO<sub>2</sub> de l'activité de transport et 20 % du coût de celle-ci. Pour réduire cet impact, l'agglomération pourrait inciter les transporteurs à acheter des véhicules électriques via des subventions particulières ou en interdisant certaines rues aux transporteurs durant certaines heures. Elle pourrait aussi mettre en place un CDU (Centre de Déplacement Urbain) (voir schéma1) qui permettrait de centraliser les livraisons et ainsi de mieux remplir les véhicules qui ne sont en moyenne remplis qu'à 67 % de leur capacité selon une étude de l'ADEME ainsi que de faire transporter les marchandises par des véhicules propres. Des installations de CDU ont été installées dans des villes de taille comparable à Pau comme La Rochelle ou Bayonne (dans cette dernière 10 % du nombre des mouvements en hypercentre se font grâce à des triporteurs électriques du CDU).



*Schéma 1 : Principe d'un CDU*

**Le principe du CDU (centre de distribution urbain)**



source : <https://www.logicites.fr/2016/11/28/cdu-solution-magique-de-logistique-urbaine/>

## CONCLUSION

Nous pouvons conclure que la mobilité électrique semble avoir des avantages écologiques et financiers non négligeables par rapport aux motorisations thermiques, surtout pour les véhicules qui réalisent de nombreux kilomètres. Il peut donc être intéressant pour les pouvoirs publics d'encourager le développement de cette mobilité. Mais pour ce faire, il faudrait que cette politique s'attaque aux principaux freins ralentissant le développement du véhicule. Or la politique d'installation de bornes mise en place par les principaux syndicats d'énergie ne semble pas être bien ajustée pour répondre à ces attentes. En effet, les possesseurs de voitures électriques réussissent à s'adapter à la moindre autonomie des voitures car la recharge à domicile ou sur leur lieu de travail suffisent largement pour les trajets du quotidien et ils disposent en général d'une voiture thermique pour leurs trajets les plus longs. La stratégie d'installation des bornes semble devoir s'orienter pour répondre à deux usages principaux :

- D'un côté, il existe un besoin de bornes pour répondre aux personnes ne disposant pas de place de parking près de leur domicile où ils pourraient installer une borne pour se recharger. La stratégie la plus appropriée pour répondre à cette demande semble être l'installation de bornes lentes (du fait du long temps passé à stationner dans ces lieux) à la demande près de leur domicile ou de leur lieu de travail.
- D'un autre côté, il pourrait s'agir de développer l'installation de bornes rapides pour les personnes souhaitant faire de longs trajets en installant des bornes rapides pour limiter le temps d'attente des utilisateurs de véhicules électriques. Ainsi, la politique publique mise en place par le SDEPA semble avoir en grande partie raté sa cible en installant des bornes moyennes qui semblent être trop lentes pour les personnes effectuant de longs trajets ainsi que trop chères et pas forcément bien placées pour les personnes voulant se recharger près de leur domicile ou de leur travail. Enfin, il ne semble pas que les bornes de recharge soient le principal problème des acheteurs potentiels, notamment les ménages multi-motorisés vivant dans les ceintures périurbaines. En effet, ceux-ci semblent surtout hésiter à cause d'un prix d'achat plus élevé et d'un manque de connaissance sur cette nouvelle technologie. L'agglomération pourrait donc chercher à répondre principalement à ces problèmes. Dans une perspective de durabilité plus forte, l'agglomération pourrait aussi développer d'autres

mobilités électriques plus douces ainsi que d'utiliser les anciennes batteries usagées des véhicules comme moyen de stockage des électricités intermittentes. Il semble aussi intéressant pour l'agglomération de voir la place que pourrait avoir les différents types de motorisations ainsi que les différents modes de transports électriques (vélos, bus, voitures) pour répondre au mieux aux besoins des citoyens et aux impératifs de la transition énergétique.

## BIBLIOGRAPHIE

AMARD, Georges. « *Homo Mobilis une civilisation du mouvement* ». Quercy : Florence Devesa, 2016, 223 pages

FOUCQUIER, Adrien et THOMAS, Yves. « *Histoire de la voiture électrique et de ses constituants* ». London : ISTE editions, 2017, 140 pages

MASBOUNGI, Ariella. « *Ville et voiture* ». DGALN, 2015, 185 pages

## SITOGRAPHIE

Auverlot, Dominique. « 2017/2027 - Le véhicule propre au secours du climat - Actions critiques », France stratégie, 16 Décembre 2016 <https://www.strategie.gouv.fr/publications/20172027-vehicule-propre-secours-climat-actions-critiques>

Auverlot, D. Meilhan, N. Mesqui, B et Pommeret, A. « Les politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions », France stratégie, Mai 2018 [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2018-rapport\\_les-politiques-publiques-en-faveur-des-vehicules-a-tres-faibles-emissions\\_0.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2018-rapport_les-politiques-publiques-en-faveur-des-vehicules-a-tres-faibles-emissions_0.pdf)

Auverlot, D. Meilhan, N. Mesqui, B et Pommeret, A. « Panorama des politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions », France stratégie, Mai 2018 [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-ns\\_vehicules\\_electriques\\_31-05-2018\\_1816\\_0.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-ns_vehicules_electriques_31-05-2018_1816_0.pdf)

« Baromètre trimestriel : le nombre de points de recharge ouverts au public progresse de 29 % en mars », AVERE, le 10 Avril 2019 [http://www.aver-france.org/Site/Article/?article\\_id=7597](http://www.aver-france.org/Site/Article/?article_id=7597)

Bickert, Alexia. « Le futur de la voiture électrique en France : vers un modèle norvégien ? », EvBox, le 6 Mars 2019 <https://blog.evbox.com/fr/futur-voiture-electrique-france-norvege>

Bouhadra, Sylvia. « Les Lyonnais doivent-ils vraiment payer jusqu'à 40 euros la nuit pour recharger leur voiture électrique ? », LCI, le 12 juillet 2019 <https://www.lci.fr/population/les-lyonnais-doivent-ils-vraiment-payer-jusqu-a-40-euros-la-nuit-pour-recharger-leur-voiture-electrique-2126714.html>

Bourrassi, Nabil. « Bientôt, la révolution des batteries solides », La tribune, le 7 Juin 2018 <https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/automobile/bientot-la-revolution-des-batteries-solides-780986.html>

« C'est vous qui décidez de l'installation des bornes ! », Saint-Etienne la métropole et E-Totem <http://saint-etienne-metropole.e-totem.fr/wp-content/uploads/2019/03/questionnaire-a-telecharger-11-03-19-bornes-de-charge-E-Totem.pdf>

Deboysier, Bernard. « Les Pays-Bas : nouveau champion de l'électromobilité », automobile propre, 31 Mai 2019 <https://www.automobile-propre.com/les-pays-bas-nouveau-champion-de-lelectromobilite/>

Deboysier, Bernard. « Des voitures électriques plus abordables grâce à la chute du prix des batteries », Automobile propre, le 22 avril 2019 <https://www.automobile-propre.com/des-voitures-electriques-plus-abordables-grace-a-la-chute-du-prix-des-batteries/>

Dubillot, Thierry. « En Vendée, on recharge sa voiture au lampadaire ! », Ouest-France, le 16 Septembre 2016 <https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/data/836/reader/reader.html?t=1474042974589#!preferred/1/package/836/pub/837/page/12>

« En Norvège, les ventes de véhicules électriques atteignent un sommet », AFP et Le Temps, 2 Avril 2019 <https://www.letemps.ch/economie/norvege-ventes-vehicules-electriques-atteignent-un-sommet>

« En 2018, les ventes de vélos à assistance électrique en France ont progressé de 21 % », Avere, le 18 Avril 2019 [http://www.averefrance.org/Site/Article/?article\\_id=7605&from\\_espace\\_adherent=0](http://www.averefrance.org/Site/Article/?article_id=7605&from_espace_adherent=0)

« Financement des bornes de recharge privées par les CEE : les clés pour comprendre », ADVENIR, <http://advenir.mobi/le-programme/>

Gaudiaut, Christian. « Voitures électriques : tour d'horizon des parts de marché en Europe », Statista, le 5 juillet 2019 <https://fr.statista.com/infographie/17240/part-de-marches-vehicules-electriques-et-hybrides/>

Gauthier, Philippe. « Les limites pratiques du recyclage des batteries au lithium », énergie et environnement, le 8 juillet 2018 <https://energieetenvironnement.com/2018/07/08/les-limites-pratiques-du-recyclage-des-batteries-au-lithium/>

Gouin, Jean-Michel. « Poitiers. Le véhicule électrique tient sa place au salon. », La Nouvelle République, 27 Octobre 2018 <https://www.lanouvellerepublique.fr/poitiers/poitiers-le-vehicule-electrique-tient-sa-place-au-salon>

Guignard, Stéphanie. « Histoire du développement en France du véhicule électrique RÔLE DE L'ADEME », L'ADEME, 12 février 2010 <https://www.ademe.fr/histoire-developpement-france-vehicule-electrique>

Houssais, Audrey et Alves Chaintreau, Thomas. « City Charge : un 1er succès en Vendée », alycée charge, le 6 juin 2019 <https://alizecharge.com/fr/city-charge-un-1er-succes-en-vendee/>

Hissel, Daniel. « Énergie : les promesses de l'hydrogène », le journal du CRS, le 8 Décembre 2018 <https://lejournald.cnrs.fr/billets/energie-les-promesses-de-lhydrogene>

« La mobilité durable ne doit pas se résumer au véhicule électrique », France nature environnement, 12 février 2019 <https://www.fne.asso.fr/actualites/biogaz-carburant-alternatif-voiture-%C3%A9lectrique>

Laroux, Matthieu. « Aux Pays-Bas, les ventes de voitures électriques ont triplé en 2018 », Automobile propre, 8 Janvier 2019 <https://www.automobile-propre.com/breves/aux-pays-bas-les-ventes-de-voitures-electriques-ont-triple-en-2018/>

Laroux, Matthieu. « Peugeot 208 : 75 % des précommandes en électrique », Automobile propre, 3 Avril 2019 <https://www.automobile-propre.com/peugeot-208-une-precommande-sur-trois-est-electrique/>

« L'autopartage : tous les avantages de la voiture sans les inconvénients », ADEME, [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/87296\\_ensynthese.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/87296_ensynthese.pdf)

« Le décret sur le pré-équipement des immeubles neufs pour la recharge des véhicules électriques publié ! », AVERE, le 18 juillet 2016 [http://www.avere-france.org/Site/Article/?article\\_id=6655](http://www.avere-france.org/Site/Article/?article_id=6655)

« Le GPL, un carburant vert et économe », Géo, le 25 Janvier 2017 <https://www.geo.fr/environnement/le-gpl-un-carburant-vert-et-econome-169482#targetText=Le%20gaz%20de%20p%C3%A9trole%20liquide%20fi%C3%A9le%20butane%20et%20le%20propane.&targetText=Le%20plus%20grand%20avantage%20du%20GPL%20est%20d'ordre%20%C3%A9cologique>

« Le mode de charge 3 - Charge normale, accélérée ou rapide », Ecomotion, <http://ecomotion.fr/content/22-le-mode-de-charge-3-charge-normale-acceleree-ou-rapide.html>

Lévêque, François. « La voiture électrique hors des sentiers battus », The conversation, 27 Mars 2018 <https://theconversation.com/la-voiture-electrique-hors-des-sentiers-battus-93759>

Lévêque, François. « **Le temps est venu d'adopter le véhicule électrique** », The conversation, 2 avril 2018 <https://theconversation.com/le-temps-est-venu-dadopter-le-vehicule-electrique-93760>

« Le succès grandissant de la location des vélos électriques », Pau capitale humaine, le 28 Mai 2019 <https://www.pau.fr/article/le-succes-grandissant-de-la-location-des-velos-electriques>

« Les potentiels du véhicule électrique », ADEME, Avril 2016 [ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avisademe-vehicule-electrique.pdf](http://ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avisademe-vehicule-electrique.pdf)

« Les Pays-Bas dopent leur politique d'aide au véhicule électrique », AVERE France, 29 juillet 2015 [http://www.avere-france.org/Site/Article/?article\\_id=6250&from\\_espace\\_adherent=0](http://www.avere-france.org/Site/Article/?article_id=6250&from_espace_adherent=0)

« Les réseaux électriques au service des véhicules électriques », Commission de régulation de l'énergie, Octobre 2018 [file:///C:/Users/aa64/Downloads/1810\\_CRE\\_rapport\\_reseaux\\_VE%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/aa64/Downloads/1810_CRE_rapport_reseaux_VE%20(1).pdf)

« Le plus grand réseau de bornes de recharges à la demande », Saint-Etienne la métropole et E-totem [file:///C:/Users/aa64/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps\\_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/5/Attachments/dossier%20de%20presse%20lancement%20Validé\[78\].pdf](file:///C:/Users/aa64/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/5/Attachments/dossier%20de%20presse%20lancement%20Validé[78].pdf)

« Le SDEPA participe à MObiVE 64 : déploiement de bornes de recharge pour les véhicules électriques », SDEPA <https://www.sdepa.fr/le-sdepa-participe-a-mobive-64/>

« Le véhicule électrique dans la transition écologique en France », Fondation pour la nature et homme, Novembre 2017 [fondation-nature-homme.org/sites/default/files/vehicule\\_electrique\\_synthese.pdf](http://fondation-nature-homme.org/sites/default/files/vehicule_electrique_synthese.pdf)

« L'histoire de la voiture électrique », Durable prenons le temps, <http://voiture-electrique.durable.com/a-l-histoire-de-la-voiture-electrique#407>



« L'Histoire de la Voiture Electrique », voiture électrique populaire, <http://www.voiture-electrique-populaire.fr/vehicule/histoire>

Lizak, Marie. « Prime à la conversion le guide pour tout savoir », Auto-moto, 16 aout 2019 <https://www.auto-moto.com/actualite/environnement/prime-a-conversion-quel-faut-savoir-217913.html>

« LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement - Article 57 », Légifrance, 12 juillet 2010 [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=96FCEF4DA6DEFBCD983B6FE9C7ABC8BD.tpdjo07v\\_3?idArticle=JORFARTI000022470871&cidTexte=JORFTEXT000022470434&dateTexte=29990101&categorieLien=id](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=96FCEF4DA6DEFBCD983B6FE9C7ABC8BD.tpdjo07v_3?idArticle=JORFARTI000022470871&cidTexte=JORFTEXT000022470434&dateTexte=29990101&categorieLien=id)

Masson, Laurent. « Les mensonges, les limites et la fin du GPL, le gaz de pétrole liquéfié », moteur nature, 2005 [https://www.moteurnature.com/actu/2005/gpl\\_gaz-petrole-liquefie\\_butane-propane.php](https://www.moteurnature.com/actu/2005/gpl_gaz-petrole-liquefie_butane-propane.php)

Massena, Florence. « La voiture électrique, une solution miracle pour la Norvège? », Slate, 4 Mars 2019 <http://www.slate.fr/story/173973/voiture-electrique-solution-norvege-ecologie-transport>

Maumon, Emmanuel. « Loi LOM et mobilité électrique », AVEM, le 28 Novembre 2018 <http://www.avem.fr/actualite-loi-lom-et-mobilite-electrique-7285.html>

Nussbaumer, Yoan. « Chiffres de vente & immatriculations de voitures électriques en France », Automobile propre, 8 juillet 2019 <https://www.automobile-propre.com/dossiers/chiffres-vente-immatriculations-france/>

Nussbaumer, Yoan « Les aides à l'achat d'une voiture électrique », Automobile propre, 29 Novembre 2019 <https://www.automobile-propre.com/dossiers/aides-achat-voiture-electrique/>

Olivier, Christian. « Des chercheurs créent un prototype de batterie lithium-métal trois fois plus performante », développez.com, le 24 Mai 2017 <https://www.developpez.com/actu/138875/Des-chercheurs-creent-un-prototype-de-batterie-lithium-metal-trois-fois-plus-performante-qu-une-batterie-lithium-ion/>

« Optimiser la logistique », ADEME, le 23 juillet 2017 <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/organiser-demarche-environnementale/optimiser-logistique>

« Prime à la casse diesel : conditions et montant », Droit-Finance, août 2019 <https://droit-finances.commentcamarche.com/faq/22685-prime-a-la-casse-diesel-conditions-et-montant>

« Statistiques », Chargemap, <https://fr.chargemap.com/about/stats>

« Taxe sur les véhicules des sociétés (TVS) », Service public professionnels, 18 Avril 2019 <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F22203>

Torregrossa, Michaël. « Bonus écologique et prime à la conversion : ce qui change en 2019 », Automobile propre, 1 Janvier 2019 <https://www.automobile-propre.com/bonus-ecologique-et-prime-a-la-conversion-ce-qui-change-en-2019/>

Torregrossa, Michaël. « Voiture électrique : l'impact carbone des batteries au cœur d'une étude suédoise », Automobile propre, le 7 août 2017 <https://www.automobile-propre.com/voiture-electrique-impact-carbone-batteries/>

Torregrossa, Michaël. « La durée de vie des batteries des voitures électriques », Automobile propre, 31 juillet 2018 <https://www.automobile-propre.com/dossiers/la-duree-de-vie-des-batteries-des-voitures-electriques/>

Torregrossa, Michaël. « Le coût de recharge d'une voiture électrique », Automobile propre, 31 Juillet 2018 <https://www.automobile-propre.com/dossiers/cout-prix-recharge-voiture-electrique/>

« Transport, la logistique du dernier Kilomètre », Rungis international, <https://www.rungisinternational.com/a-1-heure-du-digital/transport-logistique-dernier-kilometre/>

« Voiture GPL : avantages et inconvénients », Gaz-Mobilité <https://www.gaz-mobilite.fr/dossiers/voitures-gpl-avantages-inconvenients/>

« Volkswagen ID.3 : déjà 20 000 précommande pour le véhicule électrique », génération nouvelle technologie, le 5 Juin 2019 <https://www.generation-nt.com/volkswagen-id3-vehicule-electrique-precommande-actualite-1965587.html>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Tableau 1 : Prix moyen de recharge des voitures électriques en fonction de la consommation pour 100 km et des heures de chargement avec un prix de 0,146 €/kWh.....</i>	<i>24</i>
<i>Graphique 1 : Comparaison du coût de revient annuel entre voitures neuves électriques (Zoé) et thermiques (Clio et Renault 4) équivalentes en termes de gamme.....</i>	<i>25</i>
<i>Graphique 2 : Comparaison des émissions de CO<sub>2</sub> (en tonnes) en fonction des générations de différentes citadines et des causes de rejet : VT (Voiture thermique), VHR (voiture hybride rechargeable), VE-REX (voiture électrique avec un groupe électrogène) et VE (voiture électrique).....</i>	<i>30</i>
<i>Graphique 3 : Immatriculations de voitures électriques (en France) entre 2011 et Juin 2019, selon Automobile Propre.....</i>	<i>32</i>
<i>Graphique 4 : Différents scénarios de développement de la voiture électrique selon la direction stratégique d'Enedis.....</i>	<i>33</i>
<i>Carte 1 : Répartition des voitures électriques par département en France fin 2018.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 2 : Obligation de pré-équipement dans les bâtiments neufs .....</i>	<i>37</i>
<i>Source : <a href="http://www.ave-re-france.org/Site/Article/?article_id=6655">http://www.ave-re-france.org/Site/Article/?article_id=6655</a>.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 3 : Aides disponibles pour l'installation de bornes avec le programme ADVENIR.....</i>	<i>38</i>
<i>Carte 2 : Part des ventes de voitures électriques et hybrides rechargeables par pays européen au premier semestre 2019 .....</i>	<i>39</i>
<i>Graphique 5 : Répartition des bornes repérées par Chargemap en Norvège.....</i>	<i>41</i>
<i>Graphique 6: Répartition des bornes repérées par Chargemap aux Pays-Bas.....</i>	<i>42</i>
<i>Graphique 7 : Répartition des points de recharge en fonction de leur puissance en France en Mars 2019 .....</i>	<i>43</i>
<i>Graphique 8: Exemple de bornes de recharge reliées à des panneaux solaires par DRIVECO en Corse .....</i>	<i>45</i>
<i>Graphique 9 : Répartition des véhicules électriques en fonction de leur type et de leur catégorie de propriétaire...47</i>	<i>47</i>
<i>Graphique 10 : Répartition des cyclomoteurs au sein de l'agglomération Paloise .....</i>	<i>48</i>
<i>Graphique 11 : Répartition des camions et camionnettes au sein de l'agglomération Paloise .....</i>	<i>49</i>
<i>Carte 3 : Répartition des voitures électriques de société.....</i>	<i>50</i>
<i>Carte 4 : Répartition des voitures électriques détenues par des particuliers dans l'agglomération.....</i>	<i>51</i>
<i>Carte 5 : Taux de motorisation et présence des voitures électriques par Iris.....</i>	<i>52</i>
<i>Carte 6 : Multi-motorisation et présence des voitures électriques dans l'agglomération Paloise.....</i>	<i>53</i>
<i>Cartes 7 et 8 : Répartition des bornes en fonction de leur propriétaire dans l'agglomération .....</i>	<i>62</i>
<i>Graphique 12 : Durée de charge d'un véhicule électrique ayant une batterie de stockage de 22 kWh permettant de faire 150 km en fonction des différentes vitesses de recharge.....</i>	<i>64</i>
<i>Cartes 9 et 10 : Répartition des bornes dans l'agglomération paloise en fonction de leur puissance.....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 1 : Les différents types de bornes de recharge .....</i>	<i>66</i>
<i>Photographie 1 : Différentes prises présentes sur une Nissan Leaf : à gauche prise pour recharge rapide, à droite pour recharge à domicile).....</i>	<i>67</i>
<i>Cartes 11 et 12 : Les différentes compatibilités des bornes de recharge dans l'agglomération paloise .....</i>	<i>68</i>

---

*Cartes 13 et 14 : Les différentes modalités d'accès aux bornes de recharge dans l'agglomération paloise.....69*

*Tableau 4 : Tarification du réseau Mobive.....70*

*Schéma 1 : Principe d'un CDU.....79*

## ANNEXES

Annexe 1 : Grille d'entretien utilisée pour interroger les 25 personnes

### Préparation de l'entretien semi-directif pour les concessionnaires

<u>Grand sous ensemble</u>	<u>Question</u>	<u>Sous question-éventuelle</u>
<u>Présentation</u>	<p>Bonjour je me présente : je suis Antoine Aggeri étudiant en Master de géographie à l'université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) et j'effectue actuellement un stage à l'agglomération de Pau Béarn Pyrénées, pour étudier la mobilité électrique.</p> <p>Je réalise actuellement un état des lieux du développement et des usages de cette mobilité ainsi que des attentes des différents acteurs. En tant que concessionnaire, vous êtes confrontés à des acheteurs de véhicules électriques, c'est la raison pour laquelle je me permets de vous appeler pour recueillir votre avis sur l'évolution de cette mobilité. Qu'est ce qui vous conviendrait le mieux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que nous convenions d'un RDV et que je vienne vous rencontrer ?</li> <li>• Que nous échangions par téléphone (de suite ou à un autre moment qui vous conviendrait davantage)</li> <li>• Que je vous envoie mes questions par mail ?</li> </ul>	
<u>État général du marché</u>	<p>Que diriez-vous de l'évolution de la demande de véhicules électriques dans votre établissement ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quel type de voiture proposez-vous ? combien de modèles ? à quel prix ? sous quelle forme / location / location-vente / location ou achat des batteries ? (Quelle est votre offre)</li> <li>• Sous quelle forme s'exprime la demande : plutôt en location / plutôt en ventes / équi répartition entre les deux ? autres ?</li> <li>• Quelles tendances observez-vous ces derniers temps ? Quels segments sont en augmentation ou en diminution ?</li> <li>• Quelles données chiffrées pourriez-vous me communiquer pour comprendre l'état</li> </ul>	<p>Quel type de voiture électriques vendez-vous le plus ?</p> <p>Qu'est-ce qui explique selon vous la hausse ou la baisse de véhicule électrique observée ?</p>

	<p>de la demande et son évolution ?</p> <p>Quels changements anticipez-vous sur ce marché ?</p> <p><b>En termes de clientèle :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A quel type de clients en particulier conseillez-vous d'acheter des véhicules électriques ? Pourquoi ? (Dans quel cas conseillez-vous l'achat d'un véhicule électrique) ?</li> <li>• Quels sont selon vous les profils qui achètent le plus de véhicules électriques ?</li> <li>• Dans quelle commune ou type de commune (rurale, périurbaine, urbaine) se situent selon vous prioritairement les acheteurs de véhicules électriques ?</li> </ul>	<p>Les acheteurs sont-ils plutôt des usagers individuels, des entreprises etc...</p>
<p><b><u>Retour des clients</u></b></p>	<p>Quelles sont les principales critiques ou inquiétudes qui vous sont faites vis-à-vis du véhicule électrique ?</p> <p>Les inquiétudes qu'avaient vos anciens clients vis-à-vis du véhicule électrique se sont-elles retrouvées justifiées, selon vos retours ?</p> <p>Selon vos informations, où vos clients rechargent-ils le plus souvent leurs voitures électriques ?</p> <p>Pensez-vous en tant que professionnel que l'offre de bornes électriques est suffisante sur le territoire ? Et comment pensez-vous que celle-ci pourrait être plus efficace et améliorer ?</p> <p>Selon vos retours vos clients sont-ils satisfaits de l'offre de bornes de recharges de voitures électriques ?</p> <p>A quels endroits, souhaiteraient-ils que des bornes soient plus présentes ? Où aimeraient-ils pouvoir recharger ? Qu'en pensez-vous ?</p>	<p>L'absence ou le manque de bornes de recharges, font-ils partie des principales récriminations contre les véhicules électriques ?</p> <p>Selon vous, où manque-t-il de bornes de recharge dans l'agglomération ? où serait-il le plus judicieux d'en installer de nouvelles ?</p>



	Est-ce que vous pourriez me donner le contact de quelques-uns de vos clients pour que je puisse les interroger pour mieux connaître leurs ressentis ?	
<b><u>Pour ceux disposant de bornes recharges :</u></b> <b><u>Date d'installation et raisons d'installation</u></b>	<p>Pourriez-vous m'expliquer quand avez-vous décidé d'installer des bornes de recharges électriques ? Quelles raisons vous ont poussé à faire ce choix ?</p> <p>Ensuite comment avez-vous choisi la puissance des bornes de recharges ?</p>	<p>Les clients vous ont-ils fait des demandes en ce sens ? Ou est-ce une politique générale du constructeur dont vous êtes les représentants ?</p>
<b><u>Problèmes éventuels lors de l'installation</u></b>	<p>Comment c'est passé l'installation des bornes ? Avez-vous eu d'éventuelle problème technique lors de l'installation de celle-ci ?</p> <p>Auriez-vous installé plus de bornes ou de puissance supérieure si le prix de celle-ci avait été moins élevé ?</p> <p>Quels enseignements en avez-vous tirés ? (si c'était à refaire ....)</p>	<p>Combien de temps approximativement avez-vous mis pour installer les bornes de recharges ?</p> <p>Avez-vous eu des problèmes techniques ?</p>
<b><u>Tarifification et utilisation</u></b>	<p><b><u>Tarifification</u></b> Quel mode d'utilisation avez-vous choisi ? (Payant/gratuit/autre...)</p> <p>Comment s'effectue la tarification de la recharge ?</p> <p>En cas d'utilisation payante, comment doivent payer les clients ?</p> <p><b><u>Utilisation</u></b> Quel est le degré d'utilisation des bornes de recharges ? Pensez-vous que votre tarification influe sur l'utilisation de vos bornes ? À quelle heure de la journée sont-elles les plus utilisées ? Cette utilisation augmente-t-elle où baisse-t-elle ces derniers temps ? Quel système de suivi de l'utilisation des bornes existe ?</p>	<p>Avez-vous des retours de clients du service sur des éventuels problèmes liés aux bornes de recharges ?</p> <p>Pensez-vous à terme augmenter votre offre de bornes de recharge ?</p> <p>Prévoyez-vous une augmentation des bornes de recharges installées chez vos concurrents ?</p>

	<p>Avez-vous des données chiffrées sur l'utilisation de ces bornes de recharges ?</p> <p>(Si oui) est-ce que vous pourriez me les transmettre ?</p>	
<b><u>Pour conclure</u></b>	<p>Actuellement, selon vous, quelles seraient les actions à mettre en place pour que se développent davantage le recours aux véhicules électriques (ventes/locations/ autres) ? A quel niveau se trouvent selon vous les principaux blocages ?</p> <p>Qui me conseilleriez-vous de rencontrer pour m'aider à mieux comprendre ce secteur ? (Dans votre entreprise ou ailleurs...) Quels documents pourraient m'être utiles ? (documentation constructeur, commerciale, autres....)</p>	

### **Préparation des questions pour les gestionnaires privés de bornes**

<b><u>Grand sous-ensemble</u></b>	<b><u>Question</u></b>	<b><u>Sous question éventuelle</u></b>
<b><u>Présentation</u></b>	<p>Bonjour je me présente je suis Antoine Aggeri étudiant en Master de géographie à l'université de Pau, j'effectue actuellement un stage à l'agglomération de Pau Béarn Pyrénées, pour réaliser une analyse sur l'offre de points de recharge pour les voitures électriques sur l'agglomération.</p> <p>Pour pouvoir faire un état de lieux de la localisation, de l'offre et de l'utilisation de ces bornes.</p> <p>Je me permets de vous appeler pour vous poser quelques questions étant donné que vous avez installé une borne de recharge sur votre parking.</p> <p>Qu'est-ce qui vous convient le mieux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que nous convenions d'un RDV et que je vienne vous rencontrer ?</li> <li>• Que nous échangions par téléphone (de suite ou à un autre moment qui vous conviendrait davantage)</li> <li>• Que je vous envoie mes questions par</li> </ul>	

	mail ?	
<b><u>Dates d'installation et raisons d'installation</u></b>	<p>Pour commencer, pourriez-vous me raconter l'histoire de vos recharges électriques ?                  Quand l'idée vous-est-elle venue ? Quelles raisons vous ont poussé à faire ce choix ?                  Comment avez-vous choisi la puissance des bornes de recharges ?                  Qui les a installées ?</p>	<p>Qui en avait fait la demande ? les clients ?                  Cela vous a-t-il permis de vous démarquer de la concurrence ?                  Pensez-vous que cela vous a permis d'attirer une nouvelle clientèle ?</p>
<b><u>Problèmes éventuels lors de l'installation</u></b>	<p>Quels problèmes avez-vous rencontrés lors de l'installation des bornes électriques ?                  Si c'était à refaire aujourd'hui, quels enseignements en avez-vous tirés (en termes de puissance, de technologie, de fournisseur, d'installateur, de prix... ?)</p>	<p>Combien de temps approximativement avez-vous mis pour installer les bornes de recharges ?                  Où se sont produits les principaux problèmes ?</p>
<b><u>Tarification et utilisation</u></b>	<p><b><u>Tarification</u></b>                  Qu'avez-vous décidé en termes de tarification ?                  Qu'est ce qui a conduit à ce choix ?                  Comment s'effectue la tarification de la recharge si elle est payante et comment payent les clients dans ce cas ?</p> <p><b><u>Utilisation</u></b>                  Que pouvez-vous dire de l'utilisation de vos bornes de recharge ? (À quelle heure de la journée sont-elles les plus utilisées ?                  Cette utilisation augmente-t-elle où baisse telle ces derniers temps ?)                  Avez-vous des données chiffrées sur l'utilisation de ces bornes de recharges ?                   (Si oui) est-ce que vous pourriez me les transmettre ?</p>	<p>Avez-vous des retours de clients du service sur des éventuels problèmes liés aux bornes de recharges ?</p> <p>Pensez-vous à terme augmenter votre offre de bornes de recharge ?</p> <p>Prévoyez-vous une augmentation des bornes de recharges installées chez vos concurrents ?</p>
<b><u>Bilan / conclusion</u></b>	<p>Quel bilan tirez-vous de l'installation de ces bornes ?                  Qu'est-ce qui vous semble positif ?                  Qu'est-ce qui vous semble négatif ?                  Quelles propositions auriez-vous à faire ?</p> <p>Qui me conseilleriez-vous de rencontrer pour m'aider à mieux comprendre ce secteur ? (Dans votre entreprise ou ailleurs...) Quels documents pourraient m'être utiles ? (Documentation constructeur, commerciale,</p>	

	études, autres...)	
--	--------------------	--

## Préparation des entretiens semi-directifs pour les utilisateurs de véhicules électriques

<u>Grand sous-ensemble</u>	<u>Question</u>	<u>Sous question éventuelle</u>
<u>Présentation</u>	<p>Bonjour je me présente : je suis Antoine Aggeri étudiant en Master de géographie à l'université de Pau, j'effectue actuellement un stage à l'agglomération de Pau Béarn Pyrénées, pour réaliser une analyse sur la mobilité électrique sur l'agglomération de Pau. Pour pouvoir faire un état du développement et de l'usage des véhicules électriques, mais surtout des besoins des utilisateurs.</p> <p>C'est donc pour cette que je me permets de vous appeler, pour vous interroger sur les raisons de votre choix de véhicule électrique, mais aussi sur l'usage que vous en faites. Pour m'aider dans ma recherche, accepteriez-vous de répondre à quelques questions ?</p>	
<u>Date et raison du choix du véhicule électrique</u>	<p>Depuis quand disposez-vous d'un véhicule électrique ? Et est-ce que vous pourriez m'expliquer les raisons de votre choix ?</p> <p>Avez-vous hésité à acheter un véhicule électrique ?</p> <p>Etes-vous propriétaire ou locataire de ce véhicule ?</p> <p>Si vous êtes en LOA, que comptez-vous faire à la fin du contrat ? Pour quelles raisons ?</p>	<p>Est-ce plutôt pour une question financière ou écologique ou autre ?</p> <p>Quels éléments vous ont fait hésiter avant d'acheter un véhicule électrique ? Qu'est ce qui a été finalement décisif ?</p>
<u>Utilisation du véhicule électrique</u>	<p>A l'usage, que diriez-vous de votre utilisation quotidienne du véhicule électrique ?</p>	<p>À l'usage, l'utilisation du véhicule électrique vous semble-t-elle plus aisée ou</p>

	<p>Selon-vous : en comptant le prix d'achat, le prix de la recharge ou du plein et les divers frais d'entretien ; le choix d'un véhicule électrique vous semble-t-il être plus onéreux ou plus économique qu'un véhicule thermique équivalent ?</p> <p>Êtes-vous satisfait à l'usage de votre véhicule électrique ? Quels sont selon vous ses principaux avantages et ses principaux défauts ?</p> <p>Pour quel trajet utilisez-vous le plus votre véhicule électrique ?</p> <p>Qu'est ce qui a changé depuis que vous avez un véhicule électrique ?</p>	<p>plus complexe que ce que vous aviez prévu ? Pourquoi ?</p> <p>Qu'est-ce qui vous gêne ? Qu'est-ce que vous appréciez ?</p>
<p><b><u>Modalités de chargement du véhicule électrique</u></b></p>	<p>Avez-vous repéré les bornes de recharge dans l'agglomération ? Et si oui, comment les avez-vous repérés (avec une application, vous-mêmes, par du bouche-à-oreille ou autre) ? Pensez-vous que les localisations de celle-ci soient faciles à obtenir ou pas ?</p> <p>Où rechargez-vous votre véhicule électrique en général ?</p> <p>Quelles bornes de recharges (publiques et privées) utilisez-vous dans l'agglomération de Pau ?</p> <p>Que pensez-vous de leur répartition ? Quelles suggestions auriez-vous à ce propos ?</p> <p>Quels sont les endroits où vous auriez le plus besoin de disposer de bornes de recharges ?</p> <p>Pensez-vous à d'autres modalités à améliorer pour faciliter les recharges sur les bornes publiques ?</p>	<p>Modes tarification ? Vitesse de chargement ?</p>

<p><b><u>Conclusion / bilan</u></b></p>	<p>Quel bilan tirez-vous de votre expérience ? Si c'était à refaire ? Quelles améliorations à prévoir ?</p> <p>A votre avis, qu'est ce qui permettrait un plus grand recours aux véhicules électriques ?</p> <p>Qui me conseilleriez-vous de rencontrer pour m'aider à mieux comprendre ce secteur ? (dans votre entourage ou ailleurs, vendeur...) Quels documents pourraient m'être utiles ? (Documentation constructeur, commerciale, études, autres...)</p>	
---	---	--



## TABLE DES MATIERES

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....</b>	<b>6</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>9</b>
<b>PREMIERE PARTIE CONTEXTUALISATION .....</b>	<b>17</b>
1. UNE HISTOIRE CHAOTIQUE MAIS UN CONTEXTE TRES PORTEUR .....	17
1.1. Une motorisation promise à un bel avenir à la fin du XIX <sup>ème</sup> siècle mais qui semblait être tombée dans l'oubli.....	17
1.2. Un retour en grâce permis par un contexte de plus en plus porteur lors de la deuxième décennie du XXI <sup>ème</sup> siècle.....	19
1.3. Importance cruciale du secteur des transports pour la transition énergétique.....	21
1.4. Les différentes offres de véhicules électriques.....	22
1.5. Comparaison des différents avantages et inconvénients technologiques avec d'autres carburants alternatifs .....	25
1.6. La voiture électrique est-elle propre ? .....	28
1.7. Une mobilité encore anecdotique mais qui se développe rapidement .....	31
2. LES DIFFERENTES POLITIQUES PUBLIQUES MENEES POUR AIDER AU DEVELOPPEMENT DES VEHICULES ELECTRIQUES .....	35
2.1. Les politiques publiques menées nationalement.....	35
2.2. Politiques menées dans les pays en pointe sur le développement du véhicule électrique : exemples de la Norvège et des Pays Bas .....	38
2.3. Politique d'installation de bornes déléguée aux collectivités territoriales .....	42
2.4. Différents exemples de politiques innovantes menées dans des collectivités en France .....	44
<b>DEUXIEME PARTIE : CARACTERISTIQUES DE LA MOBILITE ELECTRIQUE DANS L'AGGLOMERATION DE PAU.....</b>	<b>46</b>
1. LE MARCHE DES VEHICULES ELECTRIQUES DANS L'AGGLOMERATION.....	46
1.1. Des véhicules électriques encore en faible nombre dans l'agglomération paloise même s'ils sont plus nombreux en proportion qu'au niveau national et départemental .....	46
1.2. Des véhicules électriques différents selon les usages.....	47
1.3. La répartition spatiale des véhicules électriques dans l'agglomération paloise.....	48
1.4. L'évolution anticipée de la demande dans les différents secteurs.....	51
2. L'USAGE DES VEHICULES ELECTRIQUES RESSORTANT DES ENTRETIENS.....	54
2.1. Le profil des personnes interrogées étant passé à l'électrique.....	54

2.2. Des clients déjà convaincus pour des raisons écologiques et de performance, plus rarement pour le bilan économique.....	56
2.3. Les utilisations des voitures électriques .....	58
2.4. Les freins au passage à la mobilité électrique dans l'agglomération .....	59
<b>TROISIEME PARTIE : COMMENT REDEFINIR UNE POLITIQUE SUR LA MOBILITE ELECTRIQUE ?</b>	<b>60</b>
1. ETAT DES LIEUX DES BORNES DE RECHARGE DEJA INSTALLEES .....	60
1.1. Où se rechargent majoritairement les personnes interrogées et où aimeraient-elles se recharger ? .....	60
1.2. Etat des lieux de l'offre des bornes de recharge sur l'agglomération.....	62
1.3. Complexité des bornes de recharge.....	66
1.4. Une utilisation des bornes de recharge généralement extrêmement faible à part pour les charges rapides .	72
2. L'ORIENTATION QUE POURRAIT PRENDRE LA POLITIQUE PUBLIQUE POUR REpondre AUX USAGES .....	73
2.1. Les éléments qui devraient orienter la politique publique sur les bornes de recharge .....	73
2.2. D'autres stratégies pour développer le véhicule électrique et diminuer son empreinte carbone.....	76
2.3. D'autres mobilités électriques pouvant être un atout pour la transition énergétique .....	77
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>82</b>
<b>SITOGRAFIE .....</b>	<b>82</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>88</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>90</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>98</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>100</b>
<b>MOTS-CLES.....</b>	<b>100</b>

# Comment accélérer l'adoption du véhicule électrique sur un territoire ? Le cas de l'agglomération paloise

Département de Géographie Aménagement UPPA  
Master 1 DAST

Ce travail réalisé au cours d'un stage de master 1 de quatre mois au sein du service de la transition énergétique de la Communauté d'Agglomération Pau Béarn Pyrénées, s'interroge sur les politiques à mettre en place pour favoriser et développer la mobilité électrique. Après une mise en perspective historique, géographique et technologique, sont étudiés les motivations, les freins, les utilisations, les pratiques de recharge de différents possesseurs de véhicules électriques de l'agglomération paloise. En parallèle de ce recueil de données qualitatives par entretien, une identification, une cartographie et une analyse de l'utilisation des bornes de recharge de l'agglomération ont été réalisées. Au vu des enseignements tirés de l'étude, quelques orientations pour les politiques publiques sont proposées pour tenter de répondre au mieux aux besoins des citoyens et aux impératifs de la transition énergétique.

## **MOTS-CLES :**

Bornes de recharge électrique  
Mobilité électrique  
Politiques publiques  
Transition énergétique  
Usage des véhicules électriques