

Septembre 2023



HIT THE ROAD

TOME 1 ÉTAT DES LIEUX DE LA RECHARGE EN FRANCE



Avec le soutien de



SOMMAIRE

1. Synthèse	5
2. État du parc automobile français et du réseau routier	9
2.1. Analyse du parc par catégorie de véhicule	9
2.1.1. Analyse du parc automobile par département	10
2.1.2. Analyse du parcours moyen des véhicules	11
2.2. Analyse du réseau routier et du trafic	12
3. État des lieux des infrastructures de recharge	13
3.1. Analyse des technologies d'IRVE déployées	13
3.2. Cartographie des IRVE	15
3.2.1. Lieu et comportement de recharge	15
3.2.2. Répartition des IRVE par départements	16
3.2.3. Présence des IRVE selon le degré d'urbanisation	18
3.2.4. Déploiement des IRVE sur les axes routiers	19
3.3. « Zones blanches » ou « Zones à pourvoir »	21
4 Acteurs et fonctionnement des IRVE	23
4.1. Écosystème de la recharge électrique	23
4.2. Tarification et options de paiement	25
5. Dispositifs de soutien et réglementations	26
5.1. Réglementations incitatives en faveur des IRVE	26
5.1.1. Échelle européenne : règlement AFIR	26
5.1.2. Échelle européenne : règlement CO ₂ véhicules légers	28
5.1.3. Échelle européenne : règlement CO ₂ véhicules lourds	28
5.2. Soutien à l'investissement (CAPEX)	28
5.2.1. Plan national de relance et de résilience	28
5.2.2. Programme ADVENIR	29
5.2.3. AAP ADEME « Soutien au déploiement de stations de recharge pour les véhicules électriques légers et poids lourds » dans le cadre du Plan d'investissement « France 2030 »	30
5.2.4. AAP ADEME « Écosystèmes des véhicules lourds électriques 2023 »	31
5.3. TURPE et allègement des coûts de raccordement	32
5.3.1. Taux de réfaction majoré	32
5.3.2. Zones rurales : l'élargissement du FACÉ (Financement des aides aux collectivités pour l'électrification rurale) aux IRVE	33
5.4. Soutien sous forme de taxe incitative : la TIRUERT	34
5.5. Bouclier tarifaire étendu à la recharge électrique	35

6. Comparaison avec d'autres pays européens	35
6.1. Étude de cas : Allemagne	35
6.1.1. État des lieux : Allemagne	35
6.1.2. Zoom sur le mécanisme du « Deutschlandnetz »	38
6.2. Étude de cas : Norvège	41
6.3. Comparaison avec l'Allemagne et la Norvège	47
7. Annexes	49
7.1. Analyse du ratio du nombre de véhicules électriques par point de charge	49
7.2. Analyse de la distance moyenne entre les « hubs » de recharge sur quelques grands axes	52
7.3. État des lieux des points de charge en Corse et dans les territoires d'outre-mer	54
8. Définitions	54
Infrastructures de recharge (définitions réglementaires)	54
9. Abréviations	55
10. Table des figures	55

1. Synthèse

ARTICULATION DE L'ÉTUDE HIT THE ROAD

Dans le cadre du projet « Hit the Road » pour l'Avere-France, AFRY a réalisé la présente étude sur les besoins en recharge publique à horizon 2035. Elle comporte un **Tome 1 – État des lieux de la recharge en France**, ainsi que deux analyses s'appuyant sur une modélisation des besoins et proposant des mesures-clés de succès pour traiter deux enjeux spécifiques: le **Tome 2 – Déploiement de la recharge sur les grands axes routiers**, et le **Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir**. Ces documents se veulent complémentaires, et proposent des mesures transverses. Ils cherchent à recenser les obstacles techniques et économiques ainsi que les éventuelles solutions afin d'assurer un déploiement optimal des IRVE en France.

Les données figurant dans ce rapport nourriront en hypothèses les **Tome 2 – Déploiement de la recharge sur les grands axes routiers** et **Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir**, qui évalueront les besoins en IRVE à horizon 2030-2035. Des entretiens ont été menés avec les acteurs de l'écosystème de la recharge électrique, et ont nourri les analyses du présent rapport.

Le périmètre inclut les véhicules légers, les véhicules utilitaires légers et les poids lourds 100 % électriques à batterie; l'étude se focalise sur l'analyse des zones urbaines, périurbaines et rurales, à la maille des communes INSEE, ainsi que sur les grands axes routiers.

À l'échelle européenne, le Conseil Énergie de l'UE a récemment adopté un règlement¹ prévoyant la fin de la vente des véhicules légers à moteur thermique neufs d'ici 2035. C'est un signal fort envoyé aux constructeurs et à l'écosystème de la mobilité électrique, qui doit d'ores et déjà planifier ce changement de paradigme. Par ailleurs, au travers de la réglementation AFIR², des exigences en termes de couverture de points de charge ont récemment atteint un consensus, avec l'objectif d'ici à 2025 et sur le réseau transeuropéen de transport (RTE-T), d'une station de bornes rapides³ au moins tous les 60 km dans chaque direction pour les véhicules légers et d'une station de bornes ultra-rapides⁴ au moins tous les 120 km dans chaque direction pour les véhicules lourds.

Des mécanismes de soutien voient ainsi le jour avec des bonus pour l'acquisition de voitures électriques ou hydrogène, le suramortissement pour les poids lourds aux gaz, hydrogène ou électrique, mais aussi des objectifs de transition du parc automobile professionnel. Le plan France 2030 a confirmé l'engagement de l'État vis-à-vis d'une mobilité plus propre, avec l'objectif de production de 2 millions de véhicules électriques d'ici 2030 et la volonté de démocratiser leetrofit électrique.

Cette augmentation de la mobilité électrique va s'accompagner d'investissements dans le réseau de bornes de recharge électrique, qui se doit d'être fiable et dense afin de faciliter son adoption. Le Gouvernement avait dévoilé

¹ Règlement du Parlement européen et du Conseil modifiant le règlement (UE) 2019/631 en ce qui concerne le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs conformément à l'ambition accrue de l'Union en matière de climat, adopté en Conseil Énergie le 28 mars 2023

² AFIR: Alternative Fuel Infrastructure Régulation

³ Station dotée d'au moins une borne 150 kW et d'une capacité minimale de 400 kW

⁴ Station dotée d'au moins deux bornes 350 kW et d'une capacité minimale de 1400 kW

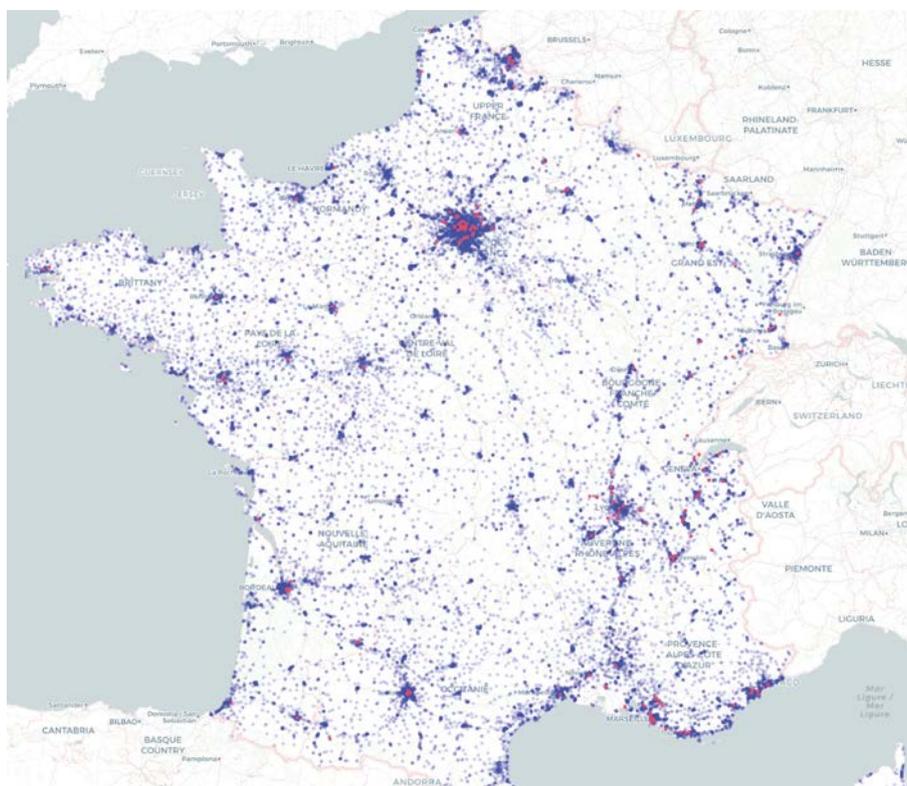
un objectif de 100 000 bornes de recharge pour 2021. Pour cela, l'État avait mis à disposition des aides au travers de crédits d'impôt ou de réduction de la TVA ainsi que des enveloppes budgétaires pour venir en aide aux collectivités, aux syndicats de copropriété, aux acteurs privés des grands axes autoroutiers, etc.

Financé au travers du mécanisme des CEE, le programme ADVENIR, créé en 2016 et piloté par l'Avere-France depuis lors, constitue un soutien important pour les acteurs dans le déploiement d'IRVE (Infrastructure de Recharge de Véhicule Électrique) et couvre différentes installations (bornes partagées accessibles ou non au public sur les parkings des entreprises, accessibles au public sur les espaces publics, et les bornes privées pour les habitations). Le programme a été reconduit jusqu'à fin 2025 et représente une dotation cumulée de 320 millions d'euros.

En mai 2023, le cap des 100 000 points de charge ouverts au public a été franchi, d'après le baromètre de l'Avere-France⁵. La dynamique est lancée, avec une forte croissance dans le déploiement des IRVE sur les derniers mois. Certaines zones restent moins pourvues que d'autres, en particulier les routes nationales, autoroutes non concédées, ainsi que de manière générale, là où le trafic routier est faible.

Le déploiement des IRVE ne devra pas oublier les zones communément appelées « blanches » par l'écosystème, terme auquel la présente étude préférera « zones à pourvoir ». Ces zones sont celles qui ne seront pas correctement pourvues par rapport au besoin en recharge sans action des pouvoirs publics (faible attractivité économique, zones peu fréquentées, recharge sur voirie à des tarifs abordables).

Figure 1: Cartographie des points de charge sur le territoire métropolitain français⁶



Sources: Données d'Eco-Movement, avril 2023, analyse d'AFRY

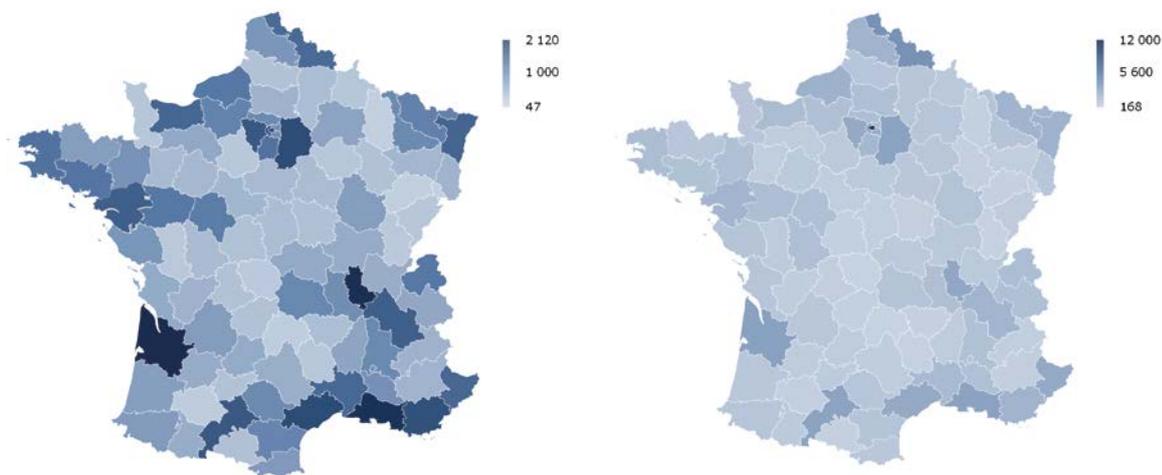
⁵ Baromètre commun de l'Avere-France et du ministère de la Transition énergétique, sur la base des données Gireve, mai 2023

⁶ La carte illustre l'ensemble des points de charge existants (en bleu) ainsi que les points de charge qui vont être déployés selon les sept premiers lauréats de l'AAP France 2030 (en rouge)

En dehors des autoroutes concédées, les zones urbaines concentrent la majorité des points de charge. Les « utilisateurs pionniers » des véhicules électriques se sont concentrés dans les grandes aires urbaines, et dans les départements associés à Lille, la région parisienne, Strasbourg, Lyon, Grenoble, Bordeaux, Marseille, Montpellier et Toulouse. Par conséquent, l'offre de recharge est plus importante dans ces localisations, comme illustré en **Figure 2**.

Au-delà de la recharge strictement publique, la recharge dite « ouverte au public » sous certaines conditions pourrait avoir un rôle à jouer dans la limitation des disparités géographiques en termes de déploiement des IRVE. Par exemple, dans le cas de Paris, l'offre de recharge des parkings souterrains participe à augmenter de manière significative le nombre de points.

Figure 2: Évaluation du nombre de points de charge publics par département (à gauche) et du nombre de points de charge publics et ouverts au public (à droite)



Source: Données d'Eco-Movement, avril 2023

Pour permettre l'adoption massive des véhicules électrifiés, la couverture du territoire par des infrastructures de recharge sera fondamentale. À fin 2022, la France compte ainsi environ 1 point de charge pour 8 à 9 véhicules électriques en circulation. Mais plus que le ratio du nombre de véhicule par point de charge, l'indicateur de la puissance installée par véhicule électrique à batterie prend de plus en plus d'importance.

L'AFIR a d'ailleurs établi des recommandations sur ce sujet, avec une valeur cible de 2 kW par véhicule à batterie si la part des véhicules légers électriques est de 2-5 %, et de 1 kW si la part des véhicules légers électriques est supérieure à 7,5 %. Selon l'analyse de ChargeUp⁷, la valeur actuelle en France est de 2,3 kW par véhicule électrique à batterie, ce qui est en dessous de la moyenne Européenne de 2,7 kW par véhicule électrique à batterie.

⁷ 2023 State of the Industry Report, ChargeUp Europe

Dispositifs de soutien

La France a mis en place une grande diversité de mécanismes pour soutenir le déploiement de l'infrastructure de recharge.

Figure 3: Mécanismes de soutien aux IRVE en France

CAPEX		
Prime ADVENIR	AAP ADEME	Taux de réfaction majoré
<ul style="list-style-type: none"> ■ Pour la recharge publique sur voirie, le programme offre une prime aux autorités locales ou aux CPO délégataires du service ■ Jusqu'à 30 % des dépenses d'investissement peuvent être subventionnées; au total, 320 millions d'euros ont été alloués au programme, en place jusqu'en 2025 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les hubs éligibles doivent disposer d'au moins 4 PDC en DC à haut débit ■ Jusqu'à 30 % des dépenses d'investissement peuvent être subventionnées (40 % dans certains cas) par le biais de prêts ou de subventions; le budget associé est de 300 millions d'euros jusqu'à la fin de 2024 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Par dérogation, le taux de réfaction sur les raccordements d'IRVE est majoré à 75 % pour les premiers déploiements sur aires de service et dans le cadre des SDIRVE
OPEX		
TIRUERT	« Bouclier tarifaire » étendu aux IRVE	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Depuis 2022, la fourniture d'électricité au transport routier via des PDC publics génère des crédits de réduction de la TIRUERT; les distributeurs de combustibles fossiles peuvent acheter ces crédits, fournissant une rémunération supplémentaire aux CPO 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le décret n° 2023-62 (février 2023) a étendu aux IRVE le « bouclier tarifaire » introduit par le gouvernement lors de la crise énergétique de 2022 	

Avec l'atteinte des 100 000 points, la France est maintenant à un tournant dans sa politique de subventions et devra cibler précisément les mécanismes de soutien. Les **Tome 2 – Déploiement de la recharge sur les grands**

axes routiers et Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir entrent dans le détail des mesures à considérer pour réussir le déploiement des IRVE à horizon 2035.

2. État du parc automobile français et du réseau routier

2.1. Analyse du parc par catégorie de véhicule

La France possède un parc automobile de près de 45 millions de véhicules, réparti selon les catégories suivantes :

- Véhicules particuliers (~38 millions de véhicules en 2020)⁸
- Véhicules utilitaires légers (~6,5 millions de véhicules en 2020)⁹
- Poids lourds (~600 000 véhicules en 2020)²
- Autocars et bus (~93 000 véhicules en 2020)²

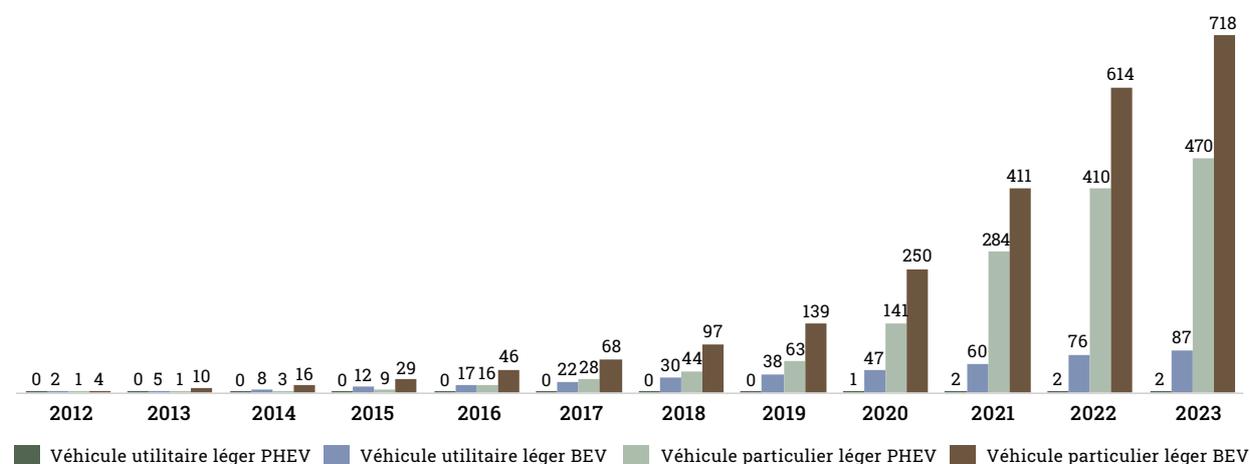
Le développement du marché des véhicules électriques en France a démarré relativement lentement dans les années 2010. Mais depuis quelques années, la tendance gagne du terrain comme illustré avec la **Figure 4**, et ce, au travers de mécanismes de soutien et de subventions, et de nouvelles réglementations telles que les obligations de réduction des émissions de CO₂.

En 2022, la France comptabilise plus de 1 million de véhicules électriques¹⁰, dont la répartition par catégorie en 2022 est la suivante :

- Véhicules particuliers légers électriques (613 670 véhicules BEV)
- Véhicules particuliers légers hybrides rechargeables (410 224 véhicules PHEV)
- Véhicules utilitaires légers électriques (76 423 véhicules BEV)
- Véhicules utilitaires légers hybrides rechargeables (2 182 véhicules PHEV)
- Poids lourds électriques (242 véhicules BEV)
- Autocars et bus électriques (1 857 véhicules BEV)

Dans le cadre de cette étude, AFRY réalisera une analyse sur les besoins en IRVE pour différentes catégories de véhicules : véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers et poids lourds. Ils impacteront différemment les besoins en infrastructure de recharge, d'où la nécessité d'avoir une vue sur le parc automobile actuel pour ces différentes catégories de véhicules.

Figure 4 : Évolution du parc automobile électrique en France entre 2012 et 2023 pour les véhicules légers et utilitaires légers (en millier de véhicules)



Source : Baromètre expert de l'Avere-France

⁸ ACEA, janvier 2023, « Vehicles in use Europe 2023 »

⁹ Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/TRAN_R_VEHST__custom_5832329/

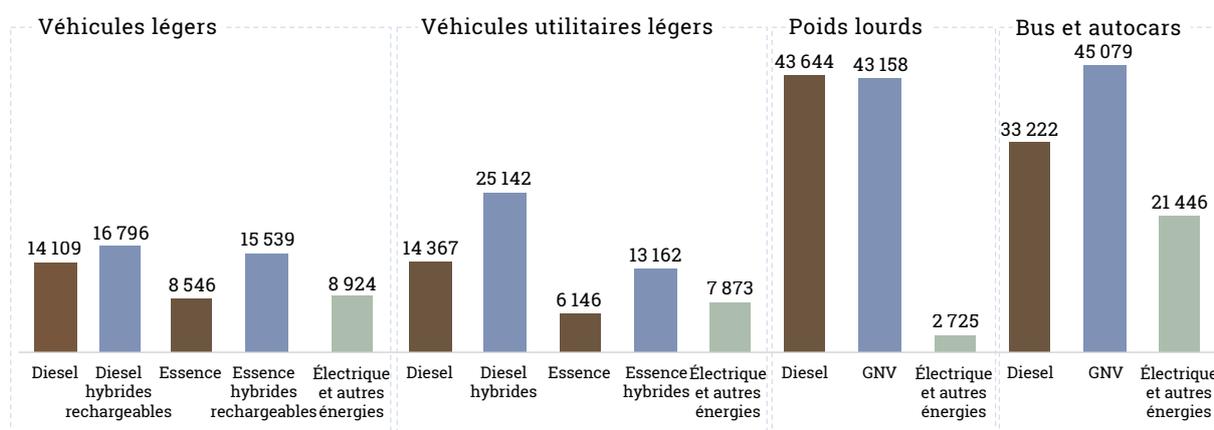
¹⁰ Baromètre expert de l'Avere-France

2.1.2. Analyse du parcours moyen des véhicules

Les poids lourds et les bus/autocars se caractérisent par les plus grands parcours annuels moyens avec respectivement plus de 40 000 km et 28 000 km parcourus en moyenne (tout type de carburant confondu). Les véhicules légers parcourent une valeur moyenne de 11 960 km

sur l'année 2019 (tous types de carburants confondus). Les véhicules utilitaires ont une valeur moyenne de 14 016 km. Les statistiques de 2019 ont ici été considérées pour éviter de prendre en considération la baisse observée sur 2020 et 2021 à cause de la crise du Covid-19.

Figure 6: Parcours annuels moyens des véhicules immatriculés en France (en km par véhicule, en 2019)¹¹



Source: SDES

Les véhicules légers du type « électrique et autres énergies »¹² font état d'un plus faible kilométrage moyen sur une année. Cela montre que les véhicules à batterie électrique ne sont pas encore perçus comme la solution privilégiée pour l'itinérance. Mais comme le témoigne une étude d'ENEDIS¹³ sur un échantillon de 1000 propriétaires de véhicules électriques, l'utilisation du véhicule électrique pour des trajets

hors quotidien a augmenté de 9 % entre 2021 et 2020, témoignant d'une confiance mais aussi d'une autonomie grandissante. L'enquête fait ressortir que le véhicule électrique est en moyenne utilisé 6 jours par semaine avec 45 % des répondants qui l'utilisent quotidiennement, pour une distance moyenne, en semaine, de 42 km par jour. Les habitants des zones rurales sont autour de 46 km par jour.

¹¹ Données et études statistiques, ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-automobile-francais-au-1er-janvier-2021>

¹² Ces véhicules ont des carburants autres que le diesel, l'essence, le GPL, comme des motorisations électriques ou à hydrogène

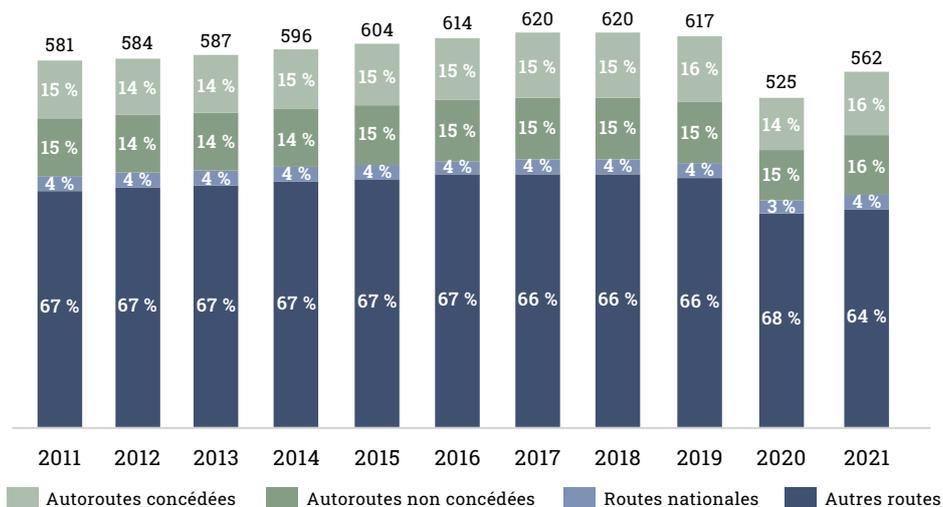
¹³ ENEDIS, octobre 2022, Utilisation et recharge: Enquête comportementale auprès des possesseurs de véhicules électriques

2.2. Analyse du réseau routier et du trafic

La **Figure 7** apporte une vision sur le trafic des différents types d'axes routiers. Le véhicule-kilomètre est un indicateur de taux d'occupation d'un réseau routier et permet de faire des comparaisons entre réseaux, en tenant notamment compte de la longueur de la route.

Les autoroutes non concédées correspondent aux voies rapides urbaines et aux routes nationales interurbaines à caractéristiques autoroutières. Les « autres routes » représentent les routes départementales et le réseau local.

Figure 7: Évolution de la circulation par réseau, tous véhicules confondus (en milliards de véhicules-kilomètres)⁴



Source: SDES

Relativement constante sur les dernières années, sans tenir compte de la baisse liée à la crise sanitaire du Covid, la circulation routière est dominée par les petits axes routiers (« autres routes »), correspondant principalement aux trajets du quotidien. Cette statistique servira à construire les hypothèses sur le pourcentage d'utilisation d'un type d'axe routier sur une année et d'en déduire les besoins en IRVE associés.

Au travers des données publiquement accessibles et de différentes études réalisées, AFRY

établit dans la **Figure 8** une vision sur le taux d'utilisation actuel des différents axes routiers selon la catégorie de véhicule. Pour la répartition de la circulation des poids lourds, AFRY s'est fondé sur les chiffres de l'Union Routière de France de 2021¹⁴. Concernant les véhicules légers, AFRY a croisé les données disponibles (circulation totale sur autoroutes des VL, circulation tous axes confondus des VL, circulation par axe routier tous types de véhicules confondus) afin d'en déduire une estimation de la répartition par type de réseaux.

Figure 8: Analyse de la répartition de la circulation par type de réseaux et selon la catégorie de véhicule (%)

Axe routier	Véhicules légers	Poids lourds
Autoroutes concédées	19 %	38 %
Autoroutes non concédées		35 %
Routes nationales	3 %	13 %
Autres routes	78 %	14 %

Sources: SDES, Union Routière de France, Analyse d'AFRY

¹⁴ Union Routière de France, Statistiques des mobilités en France et en Europe sur 2021

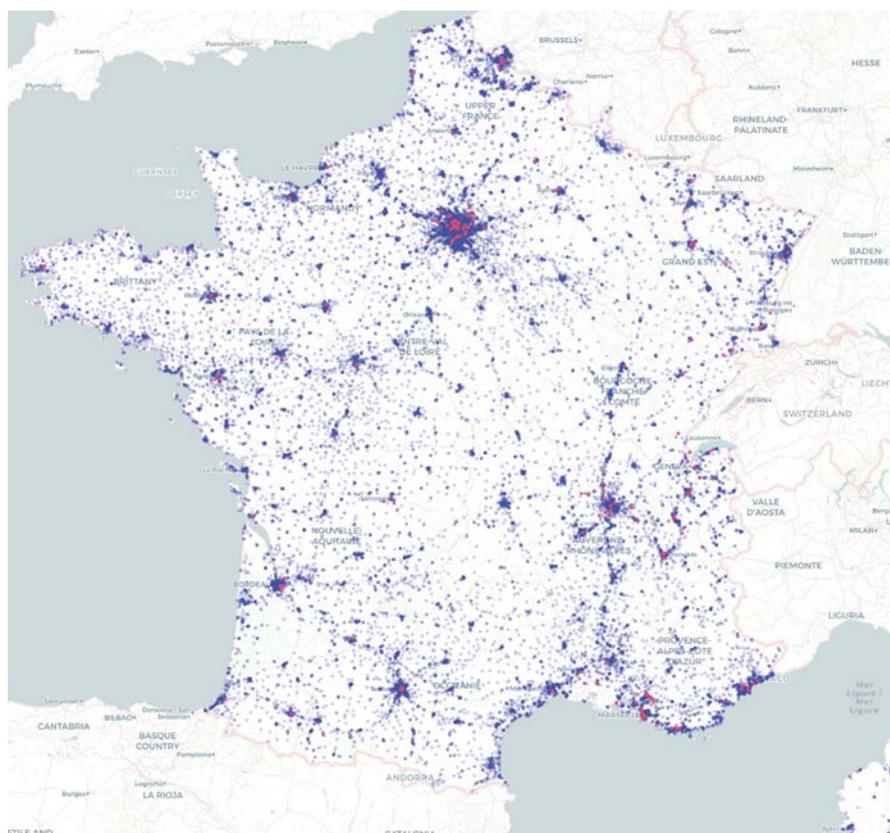
3. État des lieux des infrastructures de recharge

3.1. Analyse des technologies d'IRVE déployées

Les infrastructures de recharge publiques ont connu une très forte croissance au cours des 3 dernières années. La France comptabilise

100 596 points de charges fin mai 2023¹⁵ avec une répartition inégale sur le territoire.

Figure 9: Cartographie des points de charge sur le territoire métropolitain français¹⁶



Sources: Données d'Eco-Movement, avril 2023, analyse d'AFRY

Les zones urbaines et les grands axes autoroutiers concèdent une majorité des points de charge. Au cours des entretiens avec les acteurs du secteur, des zones peu pourvues ont été relevées (par exemple, les routes nationales, les autoroutes de Bretagne, la traversée du centre de la France sur l'axe Est Ouest). Même si la situation tend à grandement s'améliorer, des « zones blanches » ou « zones faiblement pourvues en IRVE » pourraient subsister, par exemple là où le modèle économique serait mis à mal par un faible taux d'utilisation (voir partie 3.3).

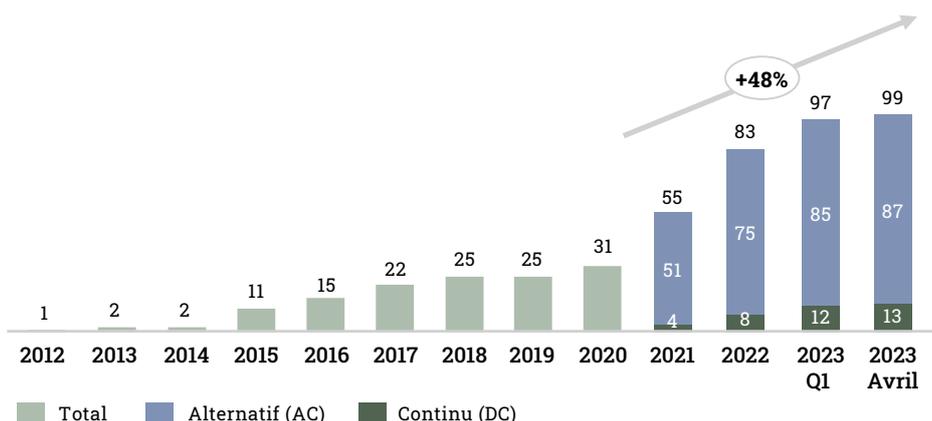
En moyenne entre 2022 et T1-2023, la croissance est de 13 % pour les points de charge AC et de 48 % pour les points de charge DC¹⁷, illustrant une dynamique pour rattraper un retard dans le déploiement de bornes à recharge plus rapide. En effet, l'offre de bornes de recharge rapides (DC) et ultra-rapides (DC) représente encore une part faible du volume total avec ~14 % des points de charge en France en mai 2023.

¹⁵ Baromètre commun de l'Avere-France et du ministère de la Transition énergétique, sur la base des données Gireve, mai 2023

¹⁶ La carte illustre l'ensemble des points de charge existants (en bleu) ainsi que les points de charge qui vont être déployés selon les sept premiers lauréats de France 2030 (en rouge)

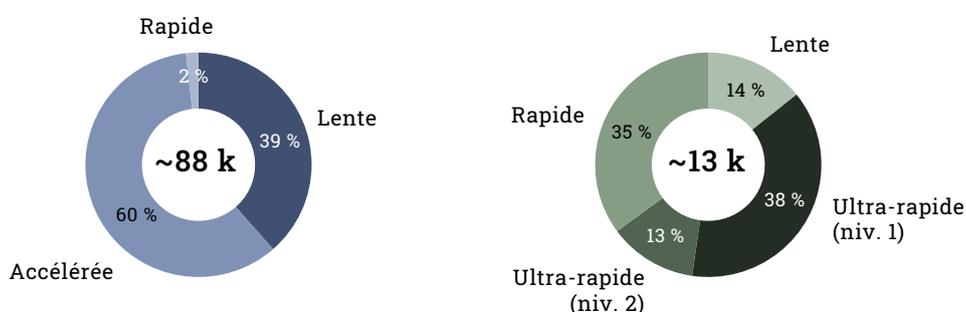
¹⁷ Les valeurs de croissance sont obtenues en considérant les baromètres de l'Avere-France de janvier et avril 2023

Figure 10: Évolution du nombre de points de charge (en milliers)



Source: Alternative Fuels Observatory, Baromètre commun de l'Avere-France et du ministère de la Transition énergétique, sur la base des données Gireve

Figure 11: Répartition des points de charge AC (à gauche) et DC (à droite) accessibles au public en France (Q1 2023)



Source: Baromètre commun de l'Avere-France et du ministère de la Transition énergétique, sur la base des données Gireve

Les catégories de recharge mentionnées sur la **Figure 11** correspondent aux caractéristiques techniques suivantes:

Courant	Recharge	Puissance
AC monophasé	Lente	P < 7,4 kW
AC triphasé	Accélérée	7,4 kW ≤ P ≤ 22 kW
	Rapide	P > 22 kW
DC	Lente	P < 50 kW
	Rapide	50 kW ≤ P < 150 kW
	Ultra-rapide (niveau 1)	150 kW ≤ P < 350 kW
	Ultra-rapide (niveau 2)	P ≥ 350 kW

Pour permettre l'adoption massive des véhicules électrifiés, la couverture du territoire par des infrastructures de recharge sera fondamentale. À fin 2022, la France compte ainsi environ 1 point de charge pour 8 à 9 véhicules électriques en

circulation, avec des disparités entre les territoires qui peuvent être significatives; cela reste au-dessus de la moyenne européenne, plus proche de 7 véhicules électriques par points de charge¹⁸. Mais plus que le ratio du nombre de véhicule par point

¹⁸ Alternative Fuels Observatory, moyenne des membres de l'UE, hors Malte

de charge, l'indicateur de la puissance installée par véhicule électrique à batterie prend de plus en plus d'importance. L'AFIR a d'ailleurs établi des recommandations sur ce sujet avec une valeur cible de 2 kW par véhicule à batterie si la part des véhicules légers électriques est de 2-5 % et

de 1 kW si la part des véhicules légers électriques est supérieure à 7,5 %. L'analyse de ChargeUp¹⁹ mentionne une valeur actuelle de 2,3 kW par véhicule électrique à batterie en France, ce qui est en dessous de la moyenne européenne de 2,7 kW par véhicule électrique à batterie.

3.2. Cartographie des IRVE

3.2.1. Lieu et comportement de recharge

La recharge de véhicules électriques peut se réaliser à domicile, au travail et sur la voie publique. En 2020, si le propriétaire d'un véhicule léger dispose d'une borne privée, plus de 90 % des événements de recharge sont réalisés à domicile en zones rurales et environ 60 % pour les zones urbaines²⁰, donnant une moyenne de 79 % à l'échelle du territoire. Différentes études²¹ et acteurs du secteur de la mobilité électrique

prévoient une diminution de la recharge à domicile pour 2025 et 2030 et l'augmentation de celles réalisées sur la voie publique et au travail, étant donné l'augmentation de la part des conducteurs de véhicules électriques sans possibilité de recharge à domicile. La recharge publique permettra d'encourager les Français à passer à la mobilité électrique et facilitera l'itinérance.

Figure 12: Analyse du comportement de recharge pour les véhicules légers avec la part de recharge publique et privé



Source: ICCT

Dans le cas de l'itinérance des véhicules légers, la part de recharge publique sera plus importante. L'étude d'ENEDIS²² à propos du besoin électrique de la mobilité longue distance considère par exemple que la part de consommation réalisée en itinérance représente 40 % de la consommation totale (itinérance + recharge à destination). Cette hypothèse illustre la présence d'une batterie pleinement chargée initialement et que seule la quantité d'énergie nécessaire pour arriver jusqu'à destination est rechargée sur une aire.

L'hypothèse de recharge est différente pour les autres types de véhicules. AFRY considère que les véhicules utilitaires légers et les poids lourds effectuant des trajets journaliers autour d'une zone géographique se rechargeront majoritairement à l'entrepôt. Concernant les poids lourds longue distance, le taux de recharge publique sera lié au temps de pause réglementaire ou à l'autonomie du véhicule selon le critère dimensionnant considéré.

En plus de la zone géographique et du type de trajet, le comportement de recharge sera

¹⁹ 2023 State of the Industry Report, ChargeUp Europe

²⁰ Avere-France, Le développement de la recharge en France pour les véhicules légers, octobre 2022

²¹ Étude de l'ICCT sur l'infrastructure de recharge au service de la mobilité en France, 2022

²² ENEDIS, juillet 2021, Étude sur les besoins électriques de la mobilité longue distance sur autoroute

dépendant des caractéristiques techniques des véhicules et notamment de l'autonomie de la batterie. Pour l'année 2023, le baromètre expert de l'Avere-France considère une autonomie moyenne de 332,5 km (selon la Procédure d'essai mondiale harmonisée pour les véhicules légers, WLTP) et une consommation de 13,9 kWh / 100 km pour les véhicules légers à batterie électrique. Pour un véhicule électrique de type utilitaire léger, la consommation est légèrement supérieure, avec une

valeur plus proche des 20 kWh / 100 km. Les poids lourds électriques de 19 tonnes ou plus ont une consommation actuellement évaluée à 110 kWh / 100 km environ. La consommation en fonction des différentes catégories de véhicules est davantage analysée dans le **Tome 2 – Déploiement de la recharge sur les grands axes routiers** et le **Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir** avec la modélisation des besoins à horizon 2030-2035.

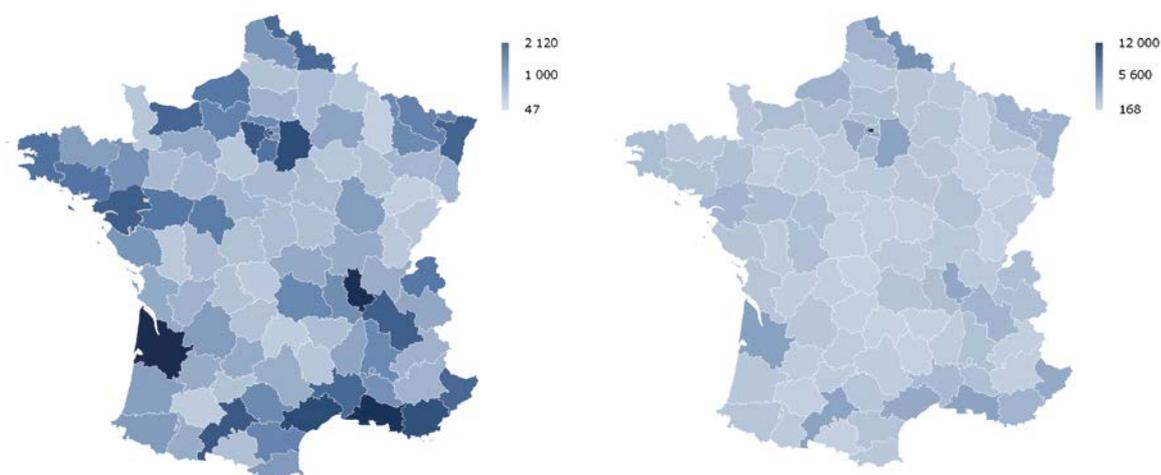
3.2.2. Répartition des IRVE par départements

La **Figure 13** représente le nombre de points de charge publics en France métropolitaine. Plus la nuance est foncée, plus le nombre de chargeurs présents actuellement est élevé. Il apparaît que les points de charge publics et ouverts au public²³ sont particulièrement déployés dans les départements avec des grandes aires urbaines tels que le Nord, le Rhône, la Gironde, la Haute-Garonne, l'Hérault, les Bouches-du-Rhône, le Var ou les Alpes-Maritimes.

Les points de charge publics correspondent aux emplacements accessibles à toute heure alors que les points de charge ouverts au public font référence aux points installés sur un domaine

privé et soumis à des conditions spécifiques d'accès. Cela peut concerner les points de charge dans les parkings de supermarchés, les parkings souterrains, les établissements hôteliers et de restauration, etc. Cela explique en partie la valeur élevée observée pour Paris dans le cas du recensement des bornes de recharges publiques et ouvertes au public. La capitale dispose d'une offre importante en parkings souterrains aux politiques de déploiement IRVE volontaristes²⁴. La recharge ouverte au public sous certaines conditions pourrait avoir un rôle à jouer dans la limitation des disparités géographiques en termes de déploiement des IRVE et apparaît donc importante à considérer.

Figure 13: Évaluation du nombre de points de charge publique par département (à gauche) et du nombre de points de charge publique et ouverts au public (à droite)²⁵



Source: Données d'Eco-Movement, avril 2023

²³ Les points de charge ouverts au public concernent les points installés sur des domaines privés et soumis à des restrictions d'accès spécifiques, mais non discriminatoires. Une définition plus explicite est donnée dans la partie « Définitions »

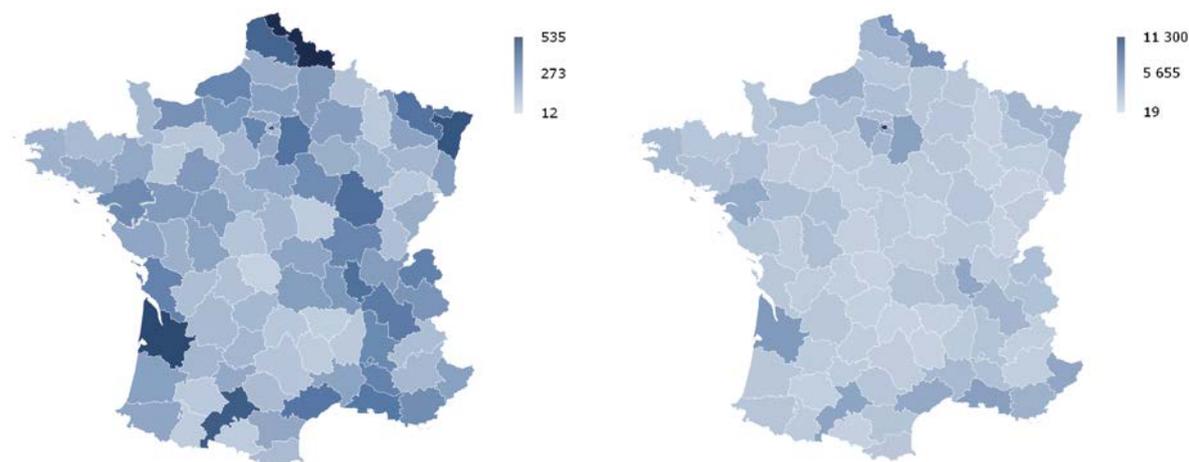
²⁴ Communiqué de presse Saemes; + de 1000 bornes lentes installées fin 2022

²⁵ 133035 points de charge sont comptabilisés par Eco-Movement avec 67028 points ouverts au public et 66007 points publics

En évaluant le nombre de points de charge rapide par département, à savoir les points avec une puissance supérieure à 50 kW, une situation disparate est observée. Le déploiement de points de charge rapide est plus significatif dans les départements correspondant

à des aires urbaines importantes ou dans les départements traversés par des grands axes routiers. Pour rappel, le déploiement des bornes de recharge rapide a beaucoup concerné les autoroutes, comme l'illustre la **Figure 18**.

Figure 14: Évaluation du nombre de points de charge rapide (à gauche) et lente (à droite) par département²⁶



Source: Données d'Eco-Movement, avril 2023

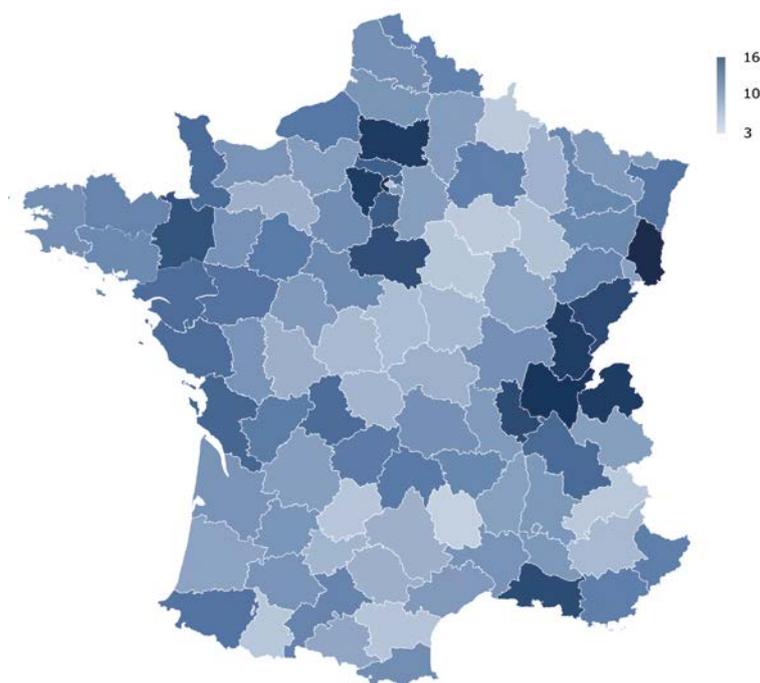
L'Union européenne préconise un ratio de 1 point de charge pour 10 véhicules électriques. Après traitement des données d'Eco-Movement, AFRY évalue la moyenne nationale autour de 8,5 véhicules par point de charge (~7 avec les 100 000 bornes annoncées par l'Avere-France).

La **Figure 15** fait état des écarts qu'il peut y avoir selon les départements. L'Occitanie apparaît comme la région avec le plus faible ratio, avec une valeur proche de 6 véhicules pour un point. L'Île-de-France (10,6), les Pays de la Loire (9,6), l'Auvergne Rhône-Alpes (9,6), la Bretagne (9,4) et les Hauts-de-France (9,3) sont caractérisés par les valeurs les plus élevées. La présence d'un stock de plus de 250 000 véhicules électriques en Île-de-France, une valeur nettement supérieure à la moyenne nationale établie à

~97 500, peut expliquer ce ratio élevé bien que le déploiement de points de charge soit bien avancé. Pour l'Auvergne Rhône-Alpes et les Hauts-de-France, la raison est similaire, avec un stock de véhicules électriques supérieur à la moyenne nationale. Concernant la Bretagne et les Pays-de-la-Loire, il semble y avoir un retard dans le déploiement des points de charge. Ces deux régions ont un stock de véhicules électriques inférieur à la moyenne nationale, avec respectivement des valeurs d'environ 50 000 et 60 000. Une accélération dans le déploiement de points de charge pour ces zones géographiques apparaît bienvenue. Pour la Corse et les départements d'outre-mer, l'Annexe 3.1 donne une visualisation sur le déploiement des IRVE dans ces territoires.

²⁶ Les points de charge publics et ouverts au public sont ici considérés

Figure 15: Évaluation du nombre de véhicules légers électriques (BEV + PHEV) par points de charge²⁷ par département



Sources: Eco-Movement, avril 2023, Agence ORE/AAA Data

3.2.3. Présence des IRVE selon le degré d'urbanisation

Une densité à 4 niveaux a été définie par l'INSEE²⁸ en 2020 et permet de prendre en compte les superficies parfois très variables entre communes, avec certaines d'entre elles qui peuvent apparaître comme peu densément peuplées ou au contraire densément peuplées, alors même que leurs populations sont de tailles comparables. AFRY a fait un regroupement de ces 4 niveaux en délimitant les zones urbaines (communes densément peuplées), périurbaines (communes de densité intermédiaire) et rurales (communes peu denses et les communes très peu denses).

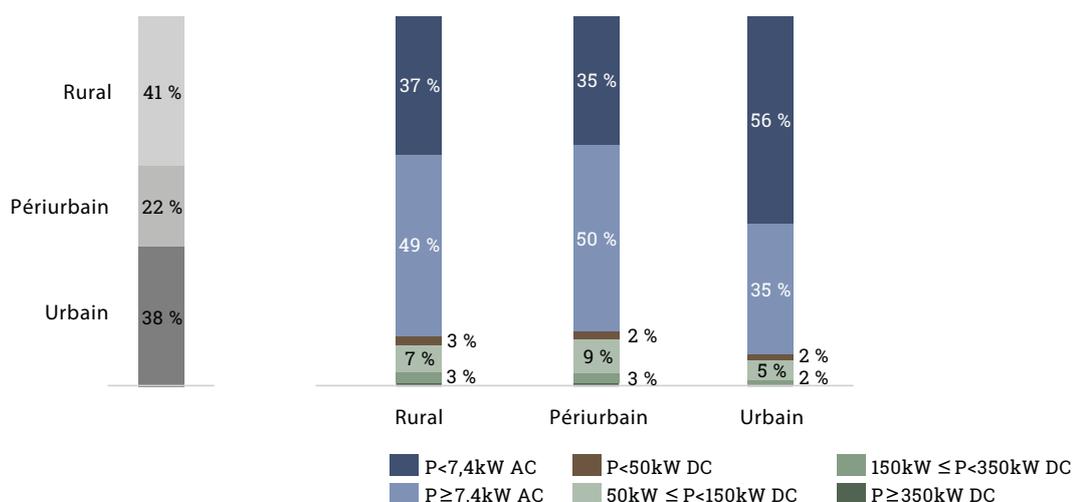
En croisant la grille de densité de l'INSEE avec les données des points de charge publics sur le territoire français, il apparaît que les zones urbaines et périurbaines représentent 60 % des installations (**Figure 16**). La proportion

des chargeurs ultra-rapides est pour l'instant faible sur l'ensemble du territoire, et ce, quelle que soit la densité géographique. Cependant, les zones rurales voire périurbaines semblent mieux dotées en chargeurs rapides (11 % de recharge P > 50 kW DC pour les zones rurales et 13 % de recharge P > 50 kW DC pour les zones périurbaines, contre 7 % pour les zones urbaines). Ainsi les dynamiques de déploiement des premières technologies de recharge plus rapide ont été plus accentuées dans les zones rurales et périurbaines. Et cette tendance est toujours d'actualité, avec la part des recharges ultra-rapides qui est actuellement de 1 % dans le cas des zones rurales, contre 0,1 % pour les zones urbaines. À noter que cet écart peut s'expliquer par les objectifs de déploiement des bornes ultra-rapides plus importants pour les autoroutes.

²⁷ Les points de charge publics et ouverts au public sont considérés

²⁸ L'INSEE a défini une grille communale de densité à 4 niveaux: les communes densément peuplées, les communes de densité intermédiaire, les communes peu denses et les communes très peu denses. Une grille communale à 7 niveaux a été créée en 2022 mais AFRY est resté sur cette grille à 4 niveaux pour se rapprocher de la délimitation urbaine, périurbaine et rurale (www.insee.fr/fr/information/2114627#:~:text=La%20grille%20de%20densit%C3%A9%20a,d'attraction%20des%20villes%202020)

Figure 16: Évaluation de la répartition des points de charge toutes technologies confondues (%) (à gauche), et de la répartition technologique en nombre de points de charge (%) selon la zone géographique (à droite)



Sources: Données d'Eco-Movement, avril 2023, analyse d'AFRY

3.2.4. Déploiement des IRVE sur les axes routiers

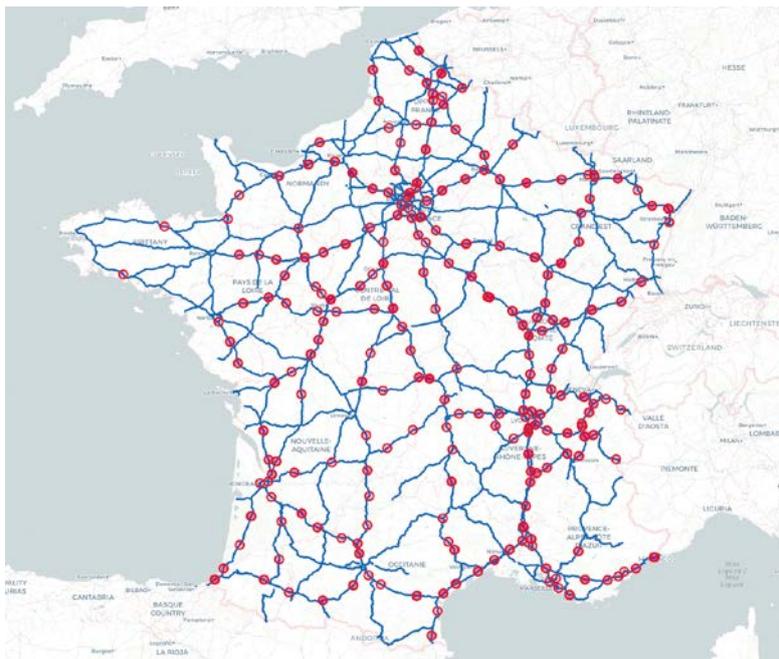
80 % des aires de service étaient équipées en recharge rapide au 31 décembre 2022. Cela correspondait à une station de recharge tous les 60 km²⁹. L'équipement des autoroutes en stations de recharge s'est intensifié avec les sociétés concessionnaires d'autoroutes qui avaient l'obligation d'équiper toutes leurs aires de service avant le 1^{er} janvier 2023. Vinci Autoroutes ou Sanef, qui ont déjà respectivement plus de 900 points de charge et 600 points de charge, atteindront par exemple l'objectif de couverture à 100 % des aires d'ici fin d'année 2023.

Pour cette première vague de déploiement sur les autoroutes, des moyens importants ont été mobilisés par les concessionnaires et les acteurs de la mobilité, avec par ailleurs des aides à l'installation du Gouvernement et des ajustements sur les taux de réfaction (75 % au lieu de 25 %, voir la partie 5). La **Figure 17** illustre que les principales autoroutes sont bien équipées en stations de recharge. En termes de technologies déployées, les automobilistes retrouvent principalement de la recharge rapide, avec une

puissance supérieure à 150 kW pour 45 % des points de charge présents sur les autoroutes concédées et non concédées (**Figure 18**). Mais des questions se posent désormais vis-à-vis des besoins supplémentaires pour les prochaines vagues, pour gérer l'accroissement de la mobilité électrique légère et l'arrivée de la mobilité lourde électrique, avec des choix stratégiques qui seront à faire vis-à-vis de la gestion de l'affluence et de la puissance déployée.

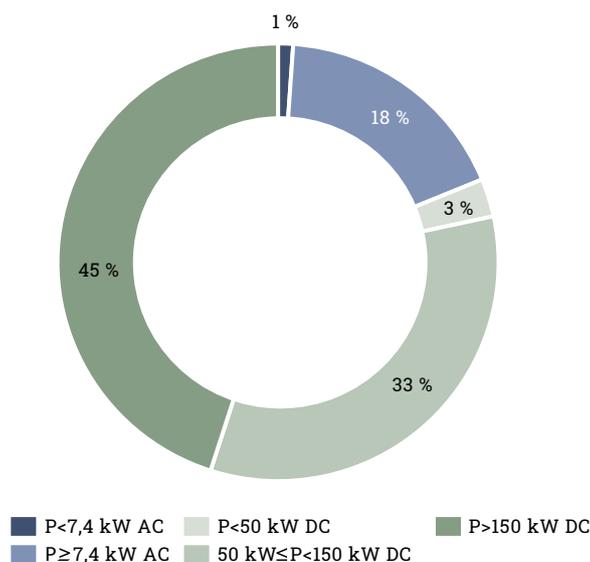
²⁹ ASFA, « Équipement en bornes de recharge rapide des aires de service du réseau autoroutier concédé au 31 décembre 2022 »

Figure 17: Cartographie des points de charge sur les grands axes routiers



Sources: Données d'Eco-Movement, avril 2023, analyse d'AFRY

Figure 18: Évaluation de la répartition du type de technologie en nombre de points de charge (%) sur les autoroutes



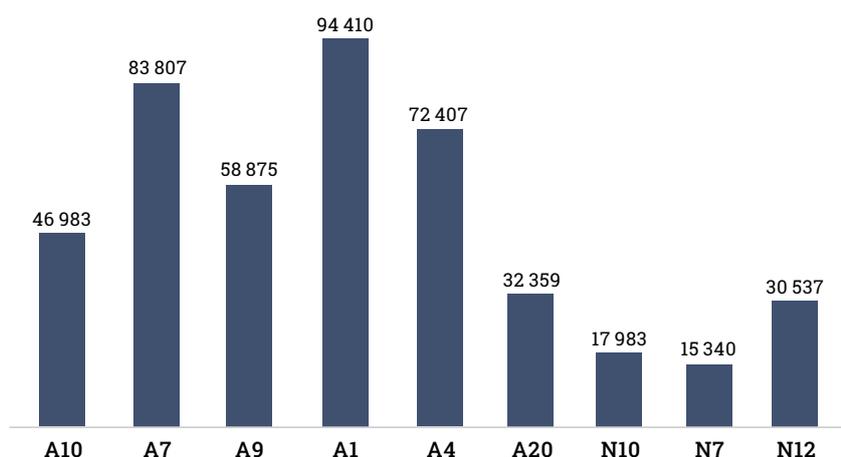
Sources: Données d'Eco-Movement, avril 2023, analyse d'AFRY

La **Figure 19** illustre le trafic moyen journalier annuel (TMJA³⁰) de quelques grands axes autoroutiers. Cela correspond à la moyenne sur une année du nombre de véhicules circulant sur cette section, tous sens confondus, au cours d'une journée. Le dimensionnement basé sur ce trafic moyen peut ne pas être suffisant pour gérer les pics de flux, correspondant souvent aux pics estivaux. Ainsi, les sociétés concessionnaires

d'autoroutes se fondent sur un dimensionnement dit « à la 30^e heure » pour les infrastructures autoroutières. Un certain nombre de questions se pose actuellement à propos de la stratégie à adopter entre un potentiel « surdimensionnement » afin de gérer ces pics estivaux et un investissement moindre en acceptant des goulets d'étranglement sur plusieurs jours ou une modification des comportements.

³⁰ Trafic moyen journalier annuel sur le réseau routier (2019), www.data.gouv.fr/fr/datasets/trafic-moyen-journalier-annuel-sur-le-reseau-routier-national/

Figure 19: Évaluation du trafic moyen journalier annuel de quelques autoroutes en 2019 (nombre moyen de véhicules circulant sur l'axe)



Sources: SDES, analyse d'AFRY

Concernant, les autoroutes non concédées et plus particulièrement les routes nationales, la dynamique de déploiement n'a pas été aussi importante. Un certain nombre d'acteurs ou de conducteurs remontent le manque de bornes de recharge ou des capacités proposées trop faibles sur ces axes.

La distance moyenne entre les zones de recharge sur quelques grands axes donnée par le Tableau en Annexe 7.2 témoigne de la différence entre l'installation d'infrastructures de recharge sur les autoroutes et les routes nationales. Des défis se poseront sur la stratégie de déploiement sur ces axes afin de combiner une certaine rentabilité et une densité de bornes suffisante pour faciliter la transition vers la mobilité électrique.

3.3. « Zones blanches » ou « Zones à pourvoir »

Les ateliers et les entretiens organisés dans le cadre de l'étude ont remonté des définitions plurielles du concept de « zones blanches ». Deux volets principaux ont émergé :

- Un volet « usages », correspondant à des zones insuffisamment pourvues en IRVE par rapport aux besoins à différentes échelles géographiques.
- Un volet économique, correspondant à des points de charge qui n'ont pas de modèle de rentabilité viable à cause d'un trop faible taux d'utilisation.

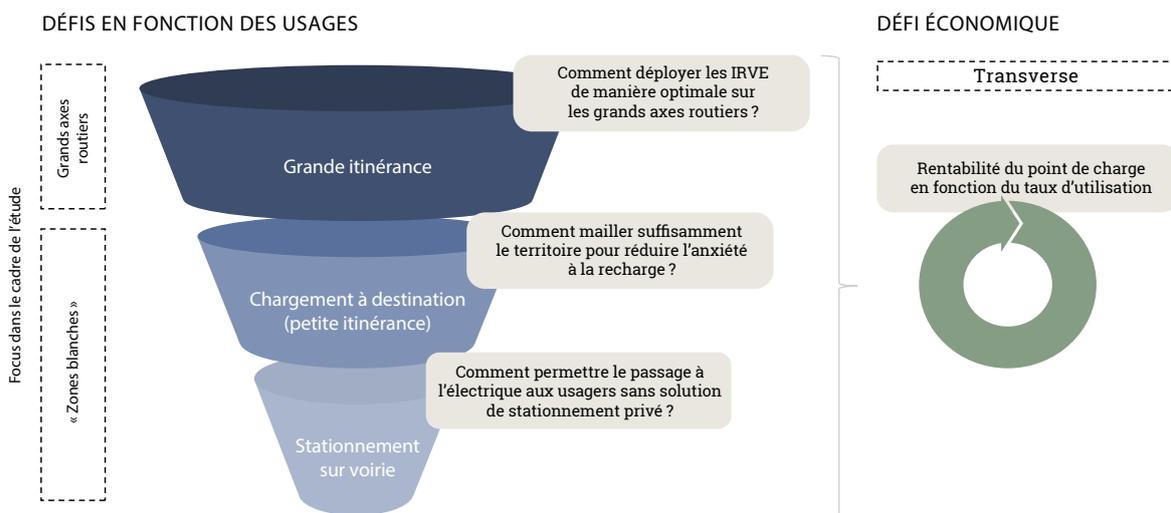
Ces deux aspects s'intersectent : les zones faiblement pourvues en IRVE sont aussi souvent celles qui enregistrent le moins de trafic, et donc le plus faible taux d'utilisation. Dans le volet géographique, l'étude considère trois échelles :

- L'échelle de la « grande itinérance », correspondant aux trajets longue distance (départs en vacances) et donc aux grands axes routiers tels que définis dans l'étude ; certains axes en France restent encore trop peu pourvus en recharge rapide (ex : Bretagne). Mais compte tenu de la future réglementation européenne AFIR et du succès de la première vague de déploiement, ce cas n'a pas fait l'objet d'un traitement en profondeur dans le cadre de l'étude des « zones blanches » (**Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir**).
- L'échelle de la « petite itinérance », qui correspond principalement à de la recharge dite « à destination », sur des courts trajets (ex : excursions du week-end) ; le maillage doit être assez dense à l'échelle plutôt départementale pour réduire l'anxiété de la recharge des usagers.

- L'échelle locale ou « recharge de proximité », correspondant à une situation dans laquelle des usagers possèdent un véhicule mais pas de solution de stationnement privé; ils n'ont donc pas accès facilement à la recharge ou

bien n'ont pas la possibilité de se recharger à un prix modéré, ce qui engendre une moindre adoption du véhicule électrique et n'est pas souhaitable.

Figure 20: Défis « zones à pourvoir » en fonction des usages et leur traitement dans le Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir



La terminologie « zones blanches » ne fait pas consensus auprès de l'écosystème; elle fait écho à des opérations de déploiement du réseau mobile, ou plus récemment, de la fibre optique sur le territoire français. Le concept peine à traduire certaines réalités à l'échelle locale :

- Une borne peut être installée dans la zone, mais elle peut être insuffisante par rapport au besoin en recharge.
- Des bornes peuvent être présentes mais inadaptées aux usages (bornes DC rapides alors que le besoin est en recharge nocturne peu chère).

Un terme plus large, que propose l'étude, est celui de « zones à pourvoir », qui englobe les différents défis qu'il est nécessaire de relever dans la zone, en traduisant simplement un besoin d'action: la zone doit être pourvue en bornes supplémentaires ou recevoir le soutien des pouvoirs publics.

L'état des lieux des « zones à pourvoir » à l'échelle locale, au sens « recharge de proximité » pour les usagers possédant un véhicule mais pas de solution de stationnement privé, est traité en détail dans la partie « Mesures » du **Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir**.

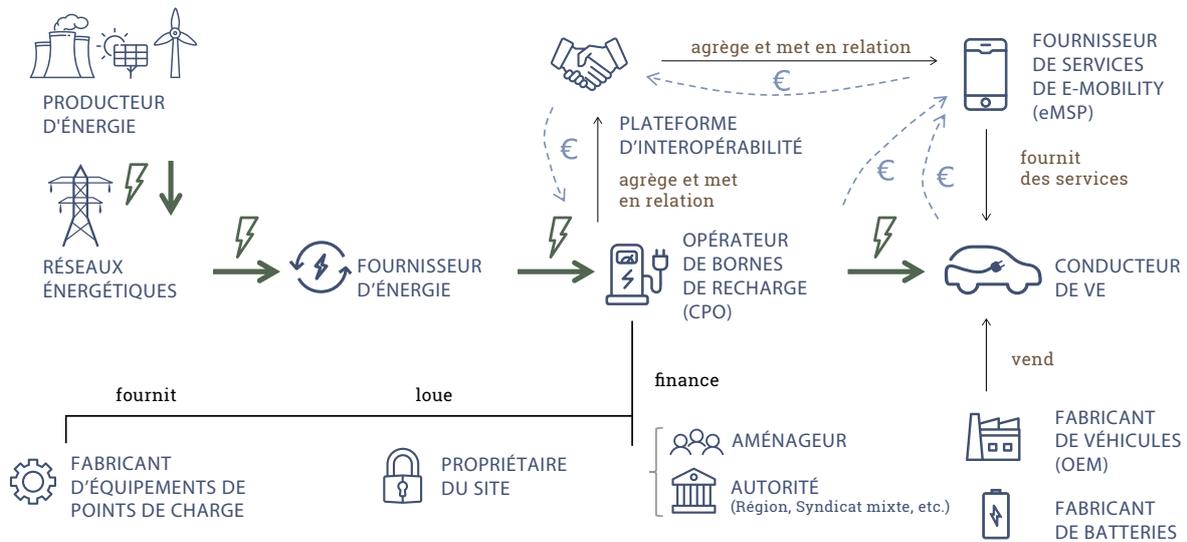
4 Acteurs et fonctionnement des IRVE

4.1. Écosystème de la recharge électrique

L'écosystème de la recharge électrique est multi-acteurs, avec un objectif de servir les conducteurs de véhicules électriques dans les meilleures conditions. Des installateurs jusqu'au fournisseur de service de mobilité ou aux opérateurs de recharge, en passant par les

fabricants et installateurs des IRVE, chacun de ces acteurs participe à l'essor du marché des véhicules électriques. La **Figure 21** illustre plus précisément les acteurs de cet écosystème avec les liens qui les interconnectent.

Figure 21: Écosystème simplifié de la recharge électrique



Typologie d'acteurs de l'écosystème de la recharge électrique³¹

■ **Opérateur de mobilité / e-MSP (e-Mobility Service Provider)**: un prestataire de services de mobilité pour les utilisateurs de véhicules électriques incluant des services d'accès à la recharge.

L'e-MSP offre une carte de recharge, avec ou sans abonnement, à l'utilisateur de véhicule électrique et donne accès à plusieurs points de charge dans une zone géographique. L'utilisateur paye la recharge à l'e-MSP et c'est ce dernier qui définit son propre tarif vis-à-vis de l'utilisateur.

■ **Plateforme d'interopérabilité**: un opérateur qui fournit des services pour l'itinérance de la recharge en facilitant, sécurisant et optimisant les transactions et échanges de données entre les opérateurs d'infrastructure de recharge et les opérateurs de mobilité.

En France, Gireve est l'opérateur d'itinérance qui a la plus grande part de marché, mais on peut également citer la présence d'Hubject.

³¹ Définitions issues du décret n° 2021-546 du 4 mai 2021 portant modification du décret n° 2017-26 du 12 janvier 2017 relatif aux infrastructures de recharge pour véhicules électriques et portant diverses mesures de transposition de la directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs

■ **Opérateur d'infrastructure / CPO** (*Charge Point Operator*): un exploitant d'une infrastructure de recharge pour le compte d'un aménageur dans le cadre d'un contrat ou pour son propre compte s'il en est l'aménageur.

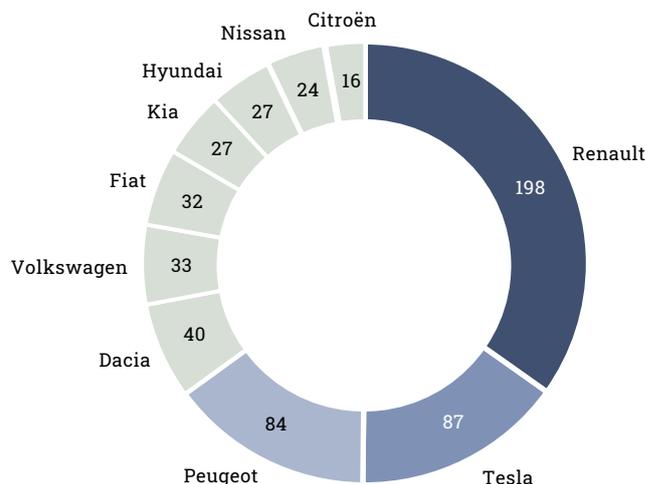
■ **Aménageur**: Le maître d'ouvrage d'une infrastructure de recharge jusqu'à sa mise en service, ou la structure offrant un service de recharge, propriétaire ou locataire de l'infrastructure dès lors qu'elle a été mise en service.

Le CPO est responsable du bon fonctionnement et de la maintenance des bornes. Il a un contrat avec le fournisseur d'électricité.

Concernant les constructeurs automobiles, le baromètre de l'Avere-France fournit un détail de la part de marché par type de véhicule.

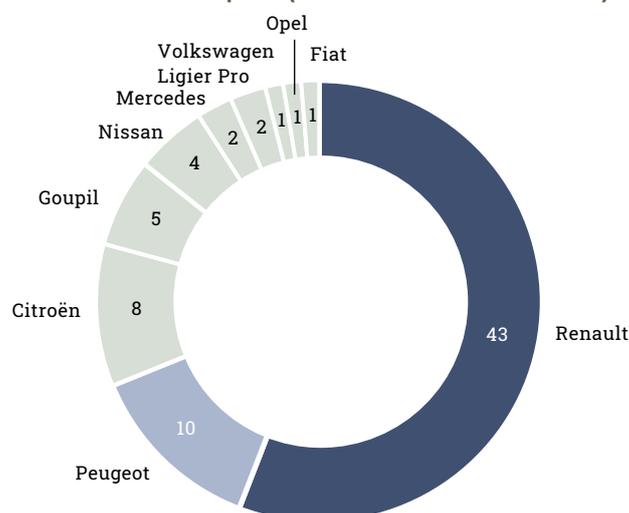
Le CPO définit le prix des sessions de charge vis-à-vis de l'e-MSP, et a soit un contrat bilatéral avec l'e-MSP, soit via la plateforme d'interopérabilité.

Figure 22: Part de marché des constructeurs de véhicules légers 100 % électriques (en milliers de véhicules)



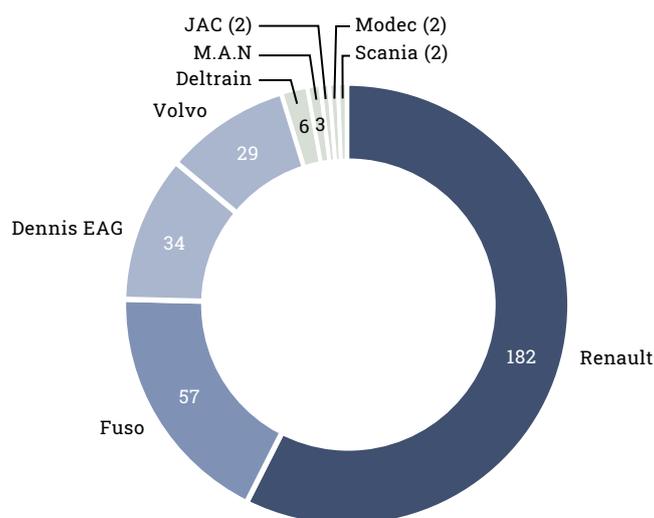
Source: Baromètre expert de l'Avere-France

Figure 23: Part de marché des constructeurs de véhicules utilitaires 100 % électriques (en milliers de véhicules)



Source: Baromètre expert de l'Avere-France

Figure 24: Part de marché des constructeurs de poids lourds 100 % électriques (en unités de véhicules)



Source: Baromètre expert de l'Avere-France

4.2. Tarification et options de paiement

La recharge publique se caractérise par un spectre tarifaire assez large avec des tarifications pouvant se faire sur la base:

- du temps de la session de recharge;
- de la quantité de kWh distribués lors de la session de recharge;
- d'une combinaison des deux;
- d'un montant forfaitaire et d'éventuels frais de service ou de stationnement.

Cette diversité dans les modes de tarification des bornes complexifie leurs usages et le manque de transparence est souvent mentionné par les automobilistes.

Le coût de la recharge peut varier d'un réseau d'IRVE à l'autre suivant:

- la puissance de recharge;
- l'opérateur de la borne de recharge;
- la période de recharge (avec des tarifs qui peuvent être préférentiels à certaines heures de la journée);

- la présence d'un abonnement (qui peut permettre à l'automobiliste d'avoir des tarifs préférentiels sur des bornes d'un réseau en particulier);
- la présence d'offres de recharge avantageuses selon l'opérateur de mobilité (l'e-MSP) ou la marque du véhicule.

À noter que le gouvernement a récemment mis en place un bouclier tarifaire pour la recharge électrique afin de limiter l'impact de la crise énergétique sur le développement des véhicules électriques.

Concernant les options de paiement, les automobilistes peuvent avoir la possibilité d'utiliser :

- La carte RFID ou application de l'opérateur de recharge qui permet à l'automobiliste de payer dans les stations de recharge de l'opérateur.
- La carte RFID ou application d'un e-MSP qui peut permettre la recharge auprès de bornes de plusieurs opérateurs. L'application peut fournir des informations à l'utilisateur concernant la localisation de points de charge, la disponibilité en temps réel, etc.
- La carte de crédit pour les bornes avec des TPE, bien que ce ne soit pas généralisé à cause du coût associé au TPE pour les opérateurs.
- Un pass prépayé ou des bons. Certains parkings payants équipés de bornes de recharge peuvent par exemple inclure le coût de la recharge dans le prix du stationnement.

- Un QR code peut renvoyer directement l'utilisateur vers une interface de paiement en ligne, par carte bancaire.

Pour faciliter la vie des usagers, l'AFID³² de 2014, transposé en France dans le décret IRVE du 12 janvier 2017, a imposé le paiement à l'acte aux opérateurs des bornes de recharge. Les conducteurs de véhicules électriques doivent pouvoir accéder aux bornes sans abonnement et pouvoir payer directement auprès des responsables des points de vente (carte de crédit, application mobile, etc.).

Aussi, la réglementation sur les carburants alternatifs (AFIR) obligera les opérateurs à permettre une charge ad hoc (sans carte e-MSP), et d'apporter une transparence totale sur les composantes tarifaires (prix de l'énergie par kWh, prix par minute, prix par session, etc.)

5. Dispositifs de soutien et réglementations

5.1. Réglementations incitatives en faveur des IRVE

5.1.1. Échelle européenne : règlement AFIR

La mobilité électrique doit permettre de traverser les frontières européennes sans rencontrer de problèmes de compatibilité, paiement, ou de zones sans aucune solution de recharge. Ainsi, le règlement européen AFIR (*Alternative Fuels Infrastructure Regulation*), dans le cadre du package « *Fit for 55* », prévoit un certain nombre de dispositions pour garantir un niveau minimum d'infrastructure de recharge à travers les pays membres. Pour l'instant, le règlement n'a pas été adopté, mais il fait l'objet d'un « accord provisoire » entre les membres, qui vise à préparer le terrain en amont du vote. Le règlement passera en commission des Transports le 24 mai 2023, et en plénière du Parlement européen à horizon du deuxième semestre 2023.

Les dispositions actuelles spécifient des éléments de densité du maillage, d'une part sur le Réseau transeuropéen de transport (RTE-T, ou « TEN-T » en anglais), d'autre part au global sur chaque pays en fonction du nombre de véhicules électriques.

Sur le réseau TEN-T, pour la recharge à destination des véhicules légers :

- Pour le « *core network* », c'est-à-dire le réseau transeuropéen principal, un hub de charge d'au moins 400 kW (avec au moins un PDC 150 kW) tous les 60 km d'ici 2025 ; puis dès 2027, au moins 600 kW (avec au moins un PDC 150 kW).

³² Directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs

- Sur au moins 50 % en 2027, puis sur la totalité du « *comprehensive network* » (l'entièreté du réseau TEN-T) en 2030, un hub de charge d'au moins 300 kW (avec au moins un PDC 150 kW); puis en 2035, au moins 600 kW (avec au moins deux PDC 150 kW).

Par pays, est prévu un seuil minimal de puissance de recharge installée totale de 1,3 kW par véhicule électrique et 0,8 kW par véhicule hybride rechargeable. Lorsque les véhicules tout électrique dépassent 15 % du parc automobile d'un pays, le ratio seuil pourra être ajusté à la baisse pour préserver la rentabilité des bornes.

L'AFIR prévoit également des seuils pour les véhicules lourds (>3,5 tonnes):

- D'ici 2025, sur au moins 15 % (par pays) du « *core network* », un hub de charge d'au moins 1400 kW (avec au moins un PDC 350 kW) tous les 120 km
 - puis dès 2027, au moins 2 kW (avec au moins deux PDC 350 kW) sur 50 % du « *core network* »;
 - en 2030, sur la totalité du « *core network* », un hub de charge d'au moins 3600 kW (avec au moins deux PDC 350 kW) tous les 60 km;
- D'ici 2025, sur au moins 15 % du « *comprehensive network* », un hub de charge > 1400 kW (avec au moins un PDC 350 kW) tous les 120 km;
 - puis dès 2027, au moins 1400 kW tous les 120 km sur 50 % du « *comprehensive network* »;
 - en 2030, un hub > 1500 kW (avec au moins un PDC 350 kW) tous les 100 km.

De plus, les zones de stationnement poids lourds aux standards européens devront proposer au moins 2 points de charge > 100 kW en 2027, puis au moins 4 en 2030. Pour les « *urban nodes* » (nœuds du maillage TEN-T), elles devront proposer au moins 900 kW de recharge, avec au moins 150 kW par chargeur d'ici 2025, puis 1800 kW par « *node* » en 2030.

Les acteurs du secteur interrogés dans le cadre de la constitution du présent rapport ont qualifié ces obligations de « peu ambitieuses » par rapport à l'infrastructure de recharge française, déjà bien dotée. Cependant, ils s'accordent sur la nécessité de ces seuils pour les pays moins avancés dans le développement des IRVE sur leurs territoires.

La tarification et les modes de paiement minimum sont précisés:

- Possibilité de payer par carte bancaire sur toutes les nouvelles bornes > 50 kW (et rétrofit obligatoire sur tout le réseau TEN-T).
- Pour les bornes d'une puissance > 50 kW, le prix doit être au kWh, avec la possibilité d'une tarification à la minute en plus pour décourager les stationnements trop longs.
- Le prix doit être indiqué de manière transparente, en indiquant, dans l'ordre, le prix au kWh, le prix par minute, le prix par session et tout autre élément de tarification.

Cela permet de répondre à des retours d'usagers qui peuvent parfois constater des différences importantes entre le prix affiché à la borne et le montant à régler à la facture. Certains acteurs interrogés ont évoqué la nécessité d'aller plus loin dans la régulation de la structure de prix et dans la transparence de la tarification.

5.1.2. Échelle européenne : règlement CO₂ véhicules légers

Le Conseil Énergie a récemment adopté un règlement³³ prévoyant la fin de la vente des véhicules légers à moteur thermique. Malgré un revirement soudain de l'Allemagne, le texte a finalement été validé, et prévoit des objectifs ambitieux de réduction du CO₂ émis par rapport aux niveaux de 2021 :

- - 55 % pour les VP neufs et - 50 % pour les VUL neufs d'ici 2030 ;

- - 100 % tant pour les VP neufs que pour les VUL neufs d'ici 2035.

En d'autres termes, le texte prévoit la fin des VP et VUL à moteur thermique (essence et diesel) à l'horizon 2035. C'est un signal fort envoyé aux constructeurs et à l'écosystème de la mobilité électrique, qui doit d'ores et déjà planifier ce changement de paradigme.

5.1.3. Échelle européenne : règlement CO₂ véhicules lourds

La commission européenne a récemment proposé³⁴ de revoir à la hausse les objectifs de réduction des émissions de CO₂ pour les véhicules lourds. L'objectif de - 15 % fixé par le règlement (UE) 2019/2242 pour la période 2025-2029 n'a pas été durci ; mais des objectifs à plus long terme par rapport aux émissions de 2019 ont été précisés :

- - 45 % à compter du 1^{er} janvier 2030 (période 2030-2034) ;

- - 65 % à compter du 1^{er} janvier 2035 (période 2035-2039) ;
- - 90 % à compter du 1^{er} janvier 2040.

Dans les précédentes versions du texte, il n'y avait pas d'objectif précis défini pour 2040. Même si plus ambitieux, le texte ne fixe pas encore de date pour la fin des poids lourds thermiques. Tous les bus urbains vendus après 2030 devront en revanche être « zéro émission ».

5.2. Soutien à l'investissement (CAPEX)

5.2.1. Plan national de relance et de résilience

Un décret³⁵ fixait en 2021 une obligation des concessionnaires d'autoroutes d'équiper toutes les aires de service en « sources d'énergies usuelles » incluant l'électrique, avec un objectif affiché par le ministère de la Transition écologique d'équiper toutes les aires de service début 2023.

Dans le cadre du plan national de relance et de résilience, annoncé en 2021 après la crise du Covid-19, une enveloppe de 100 M€ était justement dédiée à l'accélération du développement des bornes de recharge rapide sur le réseau routier national.

³³ Règlement du Parlement européen et du conseil modifiant le règlement (UE) 2019/631 en ce qui concerne le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs conformément à l'ambition accrue de l'Union en matière de climat, adopté en Conseil énergie le 28 mars 2023

³⁴ Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulation (EU) 2019/1242 as regards strengthening the CO₂ emission performance standards for new heavy-duty vehicles and integrating reporting obligations, and repealing Regulation (EU) 2018/956, 14/02/2023

³⁵ Décret n° 2021-159 du 12 février 2021 relatif aux obligations s'appliquant aux conventions de délégation autoroutières en matière de transition écologique

Ce dispositif permettait dès le début de l'année 2021 de soutenir l'installation des stations de recharge rapide sur l'ensemble des aires de service du domaine public du réseau autoroutier concédé, non concédé et des routes nationales, rendant ainsi possible les déplacements longue distance en véhicule électrique sur tout le territoire.

Les stations devaient comporter au minimum 4 points de charge rapide avec une focalisation sur les installations permettant une recharge en moins de 20 minutes (de 150 kW). Elles étaient

cofinancées à hauteur de 10 % à 30 % des coûts d'installation, suivant le type de station, ce taux pouvant être porté à 40 % dans certaines situations spécifiques. Ces aides étaient cumulables avec la prise en charge à hauteur de 75 % des coûts de raccordement au réseau, mise en place par la Loi d'Orientation des Mobilités.

Cette enveloppe fut allouée au fur et à mesure de l'arrivée des dossiers jusqu'à l'épuisement des fonds. Une prime était accordée aux 150 premiers points de charge pour favoriser un déploiement rapide.

5.2.2. Programme ADVENIR

Le programme ADVENIR est un mécanisme d'attribution de primes, opéré par l'Averre-France, qui permet d'alléger les CAPEX de déploiement des bornes de recharge. En activité depuis 2016, il s'est progressivement renforcé et s'est vu doté de capacités financières supplémentaires; le programme dispose désormais d'une enveloppe globale de 320 millions d'euros pour la période 2016-2025.

Jusqu'à récemment, en ce qui concerne la recharge publique, il se structurait en deux enveloppes principales: une pour la recharge sur voirie, l'autre sur les stations et hubs de recharge haute puissance.

Pour la recharge sur voirie, le programme propose une prime aux collectivités locales compétentes pour l'aménagement de la voirie. Les entreprises spécialisées dans l'installation de bornes de recharge peuvent également bénéficier de cette prime en agissant au nom des collectivités.

Pour être éligibles, les projets doivent être situés sur le territoire national, à l'exception des aires de service du domaine public, du réseau routier national et du réseau autoroutier. Il n'est pas possible de cumuler cette prime avec la prime « Stations et hubs de recharge ». Cependant, un projet de déploiement de points de charge sur une station bénéficiant de l'aide « Stations

et hubs de recharge » peut être éligible s'il est réalisé au moins 24 mois après le précédent projet.

Le montant de la prime ADVENIR correspond à 30 % des coûts de fourniture et d'installation des points de charge, plafonnés en fonction de leur puissance. De plus, une surprime par point de charge est possible pour les bornes déployées dans le cadre de mécanismes de bornes à la demande. Les critères techniques acceptent les bornes de recharges « lentes » AC et « rapides » DC, sans maximum.

Jusqu'au 30 avril 2022, ADVENIR proposait également une prime pour « stations et hubs de recharge haute puissance », mais l'enveloppe allouée est désormais entièrement consommée. Elle est remplacée par l'AAP ADEME « Soutien au déploiement de stations de recharge pour les véhicules électriques légers et poids lourds » dans le cadre du Plan d'investissement « France 2030 ».

Elle proposait de subventionner les coûts de raccordement, sur la base de la puissance souscrite :

- Supérieur ou égal à 500 kVA: 100 000 € HT
- Supérieur ou égal à 1000 kVA: 160 000 € HT
- Supérieur ou égal à 2000 kVA: 240 000 € HT

Une surprime était disponible si les coûts de raccordement résiduels dépassaient 30 000 €, correspondant à une prise en charge de 50 % des coûts supérieurs à 30 000 € dans la limite de 75 000 €. Une surprime pour les hubs métropolitains prévoyait jusqu'à 20 000 € si un grand nombre de points de charge AC (> 4, jusqu'à 8) étaient créés.

Les minimas techniques étaient les suivants :

- Raccordement supérieur à 500 kVA: 4 points de charge rapide minimum par site, dont 2 points de charge Combo 2 DC > 150 kW
- Raccordement supérieur à 1 MVA: 8 points de charge rapide minimum par site, dont 4 points de charge Combo 2 DC > 150 kW
- Raccordement supérieur à 2 MVA: 12 points de charge rapide minimum par site, dont 6 points de charge Combo 2 DC > 150 kW

Le programme ADVENIR a financé plus de 135 000 points de charge, publics et privés, et a donc contribué à l'atteinte récente de l'objectif des 100 000 bornes publiques. Dans le cadre du présent rapport, les acteurs du secteur interrogés ont salué le dispositif et appelé à sa reconduction ; il est généralement préféré au mécanisme d'appel à projets, plus chronophage et générateur d'incertitudes jusqu'aux résultats (qui peuvent tarder).

5.2.3. AAP ADEME « Soutien au déploiement de stations de recharge pour les véhicules électriques légers et poids lourds » dans le cadre du Plan d'investissement « France 2030 »

Dans le cadre du plan d'investissement « France 2030 », l'ADEME a lancé en 2022 un appel à projets « Soutien au déploiement de stations de recharge pour les véhicules électriques légers et poids lourds ». L'enveloppe associée est de 300 M€, dont 70 M€ pour la troisième relève. L'AAP court jusqu'à fin décembre 2024, mais pourra être arrêté avant si l'entièreté de l'enveloppe est consommée avant cette date. Les relèves ont lieu tous les 6 mois.

Le cahier des charges stipule que l'AAP n'est ouvert qu'aux infrastructures publiques. Certains montants minimums par projet sont requis et dépendent du type d'acteurs éligibles :

- 5 M€ pour les réseaux des opérateurs privés ;
- 2 M€ pour les réseaux portés par des collectivités, des AOM ou AODE ;
- 100 k€ pour les projets situés en ZNI.

Le dimensionnement des stations doit être justifié (diagnostic de flux, étude, SDIRVE...), et le modèle économique du projet doit être « réaliste ».

Tous les réseaux d'IRVE ne sont pas éligibles ; ils doivent déjà être composés d'au moins 100 points de charge pour les opérateurs privés, 30 points pour les réseaux portés par des collectivités, des AOM ou AODE, et un seul point de charge DC suffit pour les projets en ZNI.

L'infrastructure doit suivre des caractéristiques particulières:

- au moins 4 points de charge DC;
- au moins 150 kW de puissance unitaire simultanée pour la moitié des points de charge DC, à tout moment;
- tout point de charge < 150 kW additionnel ne sera pas éligible au financement;
- au moins 25 % accessibles aux PMR (personnes à mobilité réduite).

Ces critères d'éligibilité (sauf PMR) ne sont pas applicables aux ZNI.

Les aides auxquelles ils ouvrent portent sur:

- les coûts d'infrastructure;
- les coûts des travaux d'aménagement, ainsi que des structures type ombrière;
- les coûts de raccordement au réseau (reste à charge après application du taux de réfaction) dépassant 30 000 €, hors 10 métropoles cibles;
- les coûts d'études et planifications.

Ces coûts pourront faire l'objet d'aides (75 % de subventions et 25 % d'avances remboursables):

- à 30 % pour les « métropoles » (10 ciblées dans l'AAP):
 - mais à 40 % pour les stations dans les nœuds urbains, les ZFE-m et à proximité des sites olympiques

- à 40 % pour les « territoires » (toute autre station);
- 20 % supplémentaires sont appliqués pour les projets associant bornes de recharge et batteries stationnaires (la batterie n'est pas incluse dans les coûts éligibles).

En contrepartie, les indicateurs suivants devront être remontés à l'ADEME pendant les cinq premières années d'opération: moment et durée de recharge, caractéristiques des véhicules rechargés, indicateurs de qualité.

De plus, la tarification est encadrée pendant les cinq premières années: part prépondérante du coût du kWh, devant être inférieur à 4 fois le tarif réglementé de vente d'électricité (option base résidentiel 9 kVA).

Les projets déjà financés par d'autres aides de l'État ou de collectivités, ou de programmes de certificat d'économie d'énergie (ADVENIR notamment), ne sont pas éligibles.

Le cahier des charges a été considéré « trop contraignant » à plusieurs reprises lors des entretiens avec les entreprises du secteur. En particulier, l'AAP exige des infrastructures minimales très importantes et rapides, inadaptées à un modèle de rentabilité pour les zones dites « blanches » ou « à pourvoir », à faible trafic.

5.2.4. AAP ADEME « Écosystèmes des véhicules lourds électriques 2023 »

En 2023, un appel à projet de l'ADEME (« Écosystèmes des véhicules lourds électriques 2023 ») a été lancé pour soutenir l'acquisition de camions et autocars électriques et l'installation de bornes de recharge adaptées à leur usage, avec une enveloppe de 60 millions d'euros, dont 55 millions d'euros exclusivement pour le transport routier de marchandises. L'appel à projets a pour objectif affiché de faciliter l'acquisition de plus de 500 véhicules lourds électriques, et pourra prendre en charge jusqu'à 65 % du

surcoût par rapport au thermique et un maximum de 150 000 € pour les tracteurs routiers.

L'installation des bornes de recharge électrique sera soutenue à hauteur de 60 % des coûts d'investissement éligibles, incluant les coûts de génie civil. Cependant, les bornes de recharge publiques ne rentrent pas dans les critères d'éligibilité; dans le cadre de la présente étude, cet AAP constitue simplement un signal positif envers la mobilité lourde électrique.

5.3. TURPE et allègement des coûts de raccordement

Le TURPE (tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité) est le principal financeur de RTE (Réseau de transport d'électricité) et des GRD (Gestionnaires de réseau de distribution), dont ENEDIS. Il est fixé par la CRE (Commission de régulation de l'énergie).

Dans le cadre du déploiement des IRVE, qui constituent une charge supplémentaire sur le réseau (notamment de distribution) et nécessitent de nombreux nouveaux raccordements, le TURPE est utilisé pour alléger les coûts d'investissement.

5.3.1. Taux de réfaction majoré

Les coûts de raccordement au réseau de distribution constituent l'un des déterminants principaux du TRI (taux de rendement Interne) des stations de recharge. Ils sont fixés par un barème officiel, approuvé par la Commission de régulation de l'énergie (CRE), et s'appuient sur deux composantes techniques : la distance entre le point de distribution et le réseau de distribution, et la puissance souscrite.

Dans le cas des stations de recharge (pour véhicules légers), les puissances souscrites sont les suivantes³⁶ :

- 3,7 kVA pour une recharge lente ;
- 22 kVA pour une recharge accélérée ;
- supérieure à 43 kVA pour une recharge rapide.

Le TURPE prend normalement en charge une partie des coûts de raccordement, qui peut aller jusqu'à 40 % du total. Cet allègement est appelé « réfaction tarifaire », et ne laisse à la charge de l'opérateur que la « contribution » (le montant restant).

Pour soutenir le développement des IRVE, plusieurs dérogations à ces 40 % ont été accordées par le législateur. Ainsi, pour les raccordements jusqu'à 250 kVA dédiées IRVE au réseau public de distribution, la réfaction TURPE avait été portée à 75 % au lieu de 40 % jusqu'au 30 juin 2022³⁷. Cette mesure est prolongée par l'arrêté du 6 février 2023³⁸ jusqu'à fin 2025 si l'IRVE s'inscrit dans un SDIRVE.

En particulier, pour les aires de services sur les grands axes routiers (autoroutes concédées, non-concédées, et voies rapides), les raccordements jusqu'à 5000 kVA dédiées IRVE ont vu la réfaction TURPE portée à 75 % au lieu de 40 % jusqu'à fin 2025 avec la modification de la Loi LOM par la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 - art. 118.

³⁶ Barème pour la facturation des raccordements au Réseau public de distribution d'électricité concédé à Enedis; paragraphe 15

³⁷ 2 mai 2020 relatif à la prise en charge par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité du raccordement aux réseaux publics d'électricité des infrastructures de recharge de véhicules électriques et hybrides rechargeables ouvertes au public [...]

³⁸ Arrêté du 6 février 2023 relatif à la prise en charge par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité du raccordement aux réseaux publics d'électricité des infrastructures de recharge de véhicules électriques et hybrides rechargeables ouvertes au public qui s'inscrivent dans un schéma directeur de développement des infrastructures de recharge

La Commission de régulation de l'énergie (CRE) a émis l'avis que ce taux de réfaction « se justifie dans la phase de démarrage de la filière de la mobilité électrique ». Elle a cependant précisé qu'il était important que la mesure soit temporaire, et recommande que ce taux de réfaction exceptionnel ne soit pas reconduit au-delà du 31 décembre 2025. La CRE a exprimé ses réserves sur le taux de réfaction dérogatoire et qu'il devait :

- « revêtir un caractère temporaire ;
- être modulé en fonction des caractéristiques des bornes ou des "zones blanches" ou a minima permettre un maillage national homogène. »

Ces conditions sont remplies grâce au conditionnement du taux de réfaction à un SDIRVE ; mais le taux de réfaction dérogatoire n'aurait pas vocation à être pérenne.³⁹

5.3.2. Zones rurales : l'élargissement du FACÉ (Financement des aides aux collectivités pour l'électrification rurale) aux IRVE

Le fonds d'amortissement des charges d'électrification (le FACE) a été créé en 1936. Il est transformé en 2011 en « Compte d'affectation spéciale » (CAS), alloué au « Financement des aides aux collectivités pour l'électrification rurale ». Un décret du 10 décembre 2020 et l'arrêté du 13 avril 2021 ont redéfini et étendu le cadre des missions du Facé aux communes nouvelles et ont ouvert la possibilité de financer des opérations soutenant la transition énergétique, notamment les bornes de recharge pour les véhicules électriques.

Le compte du Facé est financé par les gestionnaires de réseau de distribution, Enedis en tête (>90% du montant). Il est donc financé par le TURPE, au titre des charges d'exploitation d'Enedis, au poste « Impôts et taxes »⁴⁰. Depuis 2012, le montant est fixé chaque année à 377 M€, et n'a pas nécessairement évolué avec les conditions du marché.

Ce mécanisme n'est accessible qu'aux communes de moins de 2000 habitants ; le préfet peut néanmoins décider d'augmenter ce seuil à 5000 habitants, par dérogation (ce qui est le cas pour ~20 % des communes bénéficiaires).

En 2021, dans le cadre du plan de relance, une enveloppe exceptionnelle de 50 M€ sur deux ans (35 M€ en 2021 et 15 M€ en 2022) a été votée. Une partie était à destination de deux sous-programmes, « Transition énergétique » et « Solutions innovantes », déjà introduits en 2020 mais seulement dotés d'1 M€ à l'époque. Cette enveloppe spéciale était accompagnée d'un appel à manifestation d'intérêt, ouvert de fin 2020 à mai 2021, auxquels ont répondu 200 projets représentant 321 M€ d'investissement.

Un vif intérêt s'est manifesté, et l'attribution a fortement favorisé les IRVE :

- En 2021, sur 136 projets représentant plus de 157 M€, 17 M€ ont été accordés pour ces sous-programmes, dont 11,5 M€ pour les IRVE.
- En 2022, 160 projets représentant 60 M€ ont été retenus, et la DGEC a obtenu que leur financement soit reporté dans les programmes 793 et 794 pour que les 15 M€ du plan de relance prévu soient entièrement affectés à la régulation de l'éclairage public ; parmi les 60 M€ reportés, 13,4 M€ étaient destinés aux IRVE.

³⁹ N°2022-331 Délibération de la Commission de régulation de l'énergie du 13 décembre 2022 portant avis sur le projet d'arrêté relatif au niveau de la prise en charge par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité du raccordement aux réseaux publics d'électricité des infrastructures de recharge de véhicules électriques et hybrides rechargeables ouvertes au public qui s'inscrivent dans un schéma directeur de développement des infrastructures de recharge

⁴⁰ Rapport de la Cour des comptes, observations définitives « Le financement des aides aux collectivités pour l'électrification rurale », 13 mai 2022

Dans son rapport de 2022, la Cour des Comptes a souligné la redondance de ces aides avec d'autres mécanismes de soutien aux CAPEX des IRVE. Les dotations pour 2022 et 2023 relevaient un caractère exceptionnel dans le cadre du Plan de relance. À moyen terme, il n'est pas

garanti que le Facé continue d'être un dispositif significatif de soutien aux IRVE. Il a cependant été mentionné en entretien comme l'un des dispositifs actuels permettant aux communes rurales de financer le déploiement de bornes à l'échelle locale.

5.4. Soutien sous forme de taxe incitative : la TIRUERT

La taxe incitative relative à l'utilisation d'énergie renouvelable dans le transport (TIRUERT) constitue une taxe à finalité spécifique, ici, soutenir la transition du secteur du transport. Elle remplace la Taxe incitative relative à l'incorporation de biocarburants (TIRIB, introduite en 2019), qui elle-même s'inscrivait dans la continuité la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP) sur les carburants de 2005.

L'objectif principal n'est pas le paiement de la taxe ; son existence vise à induire une modification du comportement des redevables (c'est-à-dire, tous les distributeurs d'essence ou de diesel en station), qui ont tout intérêt à ne pas payer la taxe. Ils peuvent ainsi minorer le taux de la taxe à proportion de la part d'énergie renouvelable contenue dans les carburants qu'il met à la consommation durant l'année considérée.

Depuis le 1^{er} janvier 2022, la fourniture d'électricité au transport routier via des bornes publiques permet de générer des crédits de minoration de la TIRUERT, apportant ainsi un complément de rémunération pour les opérateurs d'IRVE. Sans encore parler de soutien aux OPEX, ce mécanisme permet d'améliorer le modèle de rentabilité des opérateurs. Mais le futur de la taxe est incertain, et les lois des Finances successives ont plusieurs fois fait varier les modalités.

Ainsi, certains opérateurs considèrent que ce mécanisme est trop fragile pour faire partie intégrante du modèle économique ; pourtant, tant qu'il y a plus de demande que d'offre, le prix de vente de ces crédits de minoration de la TIRUERT pourrait s'approcher du montant de la pénalité associée, c'est-à-dire 14,0 centimes par kWh pour le gazole et 15,7 centimes par kWh pour l'essence⁴¹. Les distributeurs de produits pétroliers auraient dans tous les cas intérêt à acheter ces crédits (de façon bilatérale) pour éviter de payer la taxe.

À long terme, il est plus difficile de prévoir les potentiels gains associés à cette taxe, mais à court terme, il semble qu'elle pourrait permettre de soutenir le modèle économique des opérateurs.

⁴¹ Source : Analyse AFRY à partir de la DA 22-023 – Circulaire relative à la taxe incitative relative à l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les transports (TIRUERT) – Article 266 quinquies du code des douanes

5.5. Bouclier tarifaire étendu à la recharge électrique

Le bouclier tarifaire, mis en place par le gouvernement lors de la crise énergétique de 2022, a été étendu aux IRVE début 2023. Le décret n° 2023-62 du 3 février 2023, qui propose une extension de bouclier tarifaire, présente un article destiné aux aménageurs d'infrastructures de recharge électrique. Son objectif est de limiter les hausses de factures de recharges des utilisateurs réalisées en dehors de leur domicile, sur lesquels un bouclier tarifaire est déjà en application.

Ainsi, au cours de l'année 2023, deux sessions semestrielles de demande d'aide auront lieu. Pour ce qui est de l'attribution de cette aide, elle se fera par le biais d'une attestation fournie à l'État; l'État procurera l'aide adaptée aux fournisseurs d'électricité, qui les reverseront aux opérateurs d'IRVE.

Un certain nombre de contraintes sont imposées aux opérateurs des infrastructures de recharge, notamment :

- l'obligation de refléter l'attribution de ces aides sur les factures finales de leurs clients;
- l'obligation d'informer leurs clients de l'existence de cette aide gouvernementale.

Le montant de cette aide constitue la prise en charge, pour 50 % de la facture d'énergie, de l'écart entre le coût du contrat d'électricité et 0,18 €/kWh. Au vu de la complexité des contrats d'électricité et des évolutions de prix de l'électricité, il est difficile à quantifier exactement les économies réalisées par les consommateurs finaux.

La pérennité du mécanisme, pour l'instant limité à 2023, dépendra des conditions économiques et de l'évolution des marchés de l'énergie au cours de l'année. Il n'a, dans l'esprit, pas vocation à être maintenu une fois les prix de l'énergie redescendus à des niveaux proches d'avant la crise.

6. Comparaison avec d'autres pays européens

6.1. Étude de cas : Allemagne

6.1.1. État des lieux : Allemagne

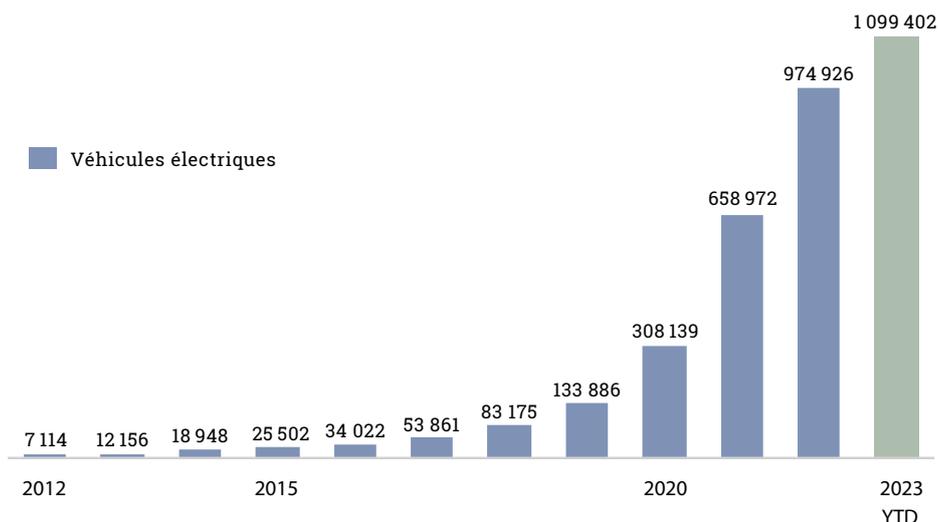
En tant que pays le plus peuplé d'Europe et possédant une grande industrie automobile, l'Allemagne dispose d'un grand nombre de points de charge publique pour véhicules électriques (91090). Cela représente environ 15 % de l'infrastructure de recharge en Europe⁴².

Les voitures particulières électriques (VE et VHE) ont commencé à gagner en popularité

après 2010, dépassant le million de véhicules en circulation cette année (2023). Le premier camion électrique à batterie est entré en service sur les routes en 2018. Des objectifs ambitieux et de nombreuses réglementations ont permis d'augmenter la part des ventes de voitures électriques, passant d'environ 3 % (2019) à environ 31 % (2022), et cette tendance se poursuit.

⁴² *Alternative fuels observatory*

Figure 25: Parc automobile électrique en Allemagne

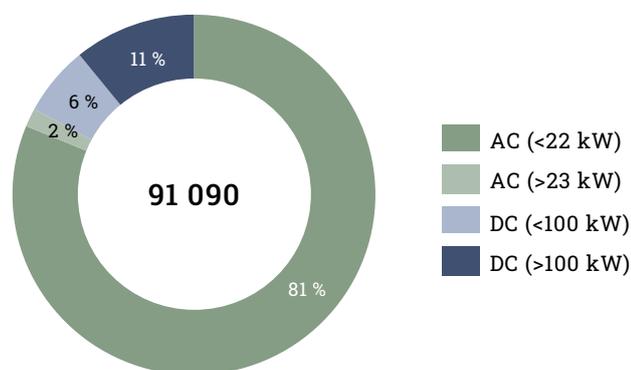


Source: European Alternative Fuels Observatory, KBA – Fahrzeugzulassungen, avril 2023

Le gouvernement allemand a annoncé un objectif très ambitieux d'un million de bornes de recharge publiques d'ici 2030, là où le gouvernement français annonce 400 000 bornes⁴³. De plus, il vise à équiper au moins 50 % de toutes les aires de services de bornes de recharge rapide d'ici fin 2024, et au moins 75 % d'ici fin 2026.

Le plan d'investissement de l'Allemagne (« Masterplan ») veut mettre l'infrastructure de recharge résidentielle et commerciale partagée au centre de sa stratégie IRVE. La réglementation a vocation à être adaptée pour que les distributeurs d'électricité investissent dans l'intelligence et la commandabilité des réseaux, et que ceux-ci soient dimensionnés de manière anticipée.

Figure 26: Points de charge électrique publics en Allemagne



Source: EVmarketsreport, avril 2023

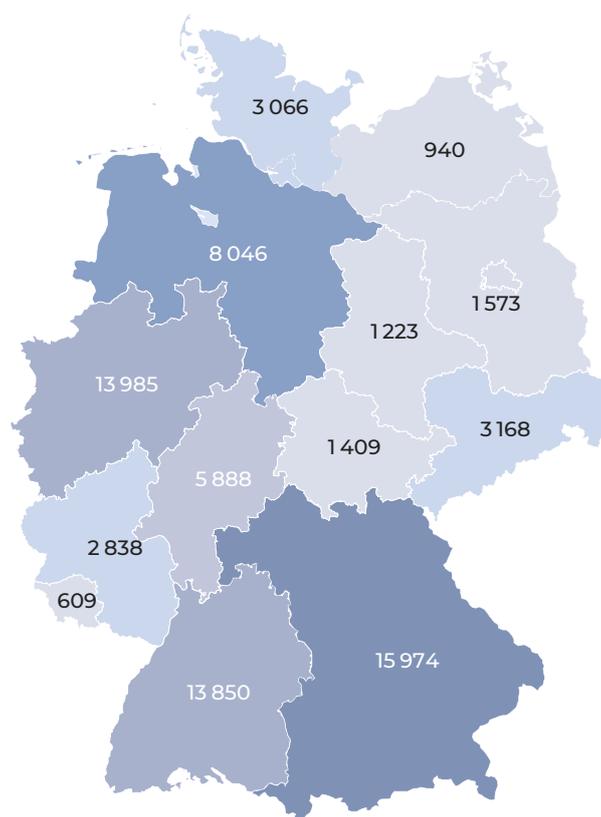
Le nombre total actuel de bornes de recharge publiques et ouvertes au public est de 91 090, dont 32,3 % de bornes ouvertes au public et 67,7 % de bornes publiques. Cela équivaut à environ 21 véhicules électriques par point de charge (publics et ouverts au public). La majorité des bornes installées sont des bornes de

charge lente de moins de 22 kW en courant alternatif (AC), représentant 81 %, tandis que les bornes à haute puissance (HPC), principalement installées le long des autoroutes, représentent 11 %. Les bornes de charge AC plus rapides et les bornes de charge en courant continu (DC) de moins de 100 kW constituent le reste⁴⁴.

⁴³ « 100 000 bornes de recharge électrique ouvertes au public », article du 09/05/2023 sur le site officiel du gouvernement

⁴⁴ EV markets report

Figure 27: Points de charge par Länder



Les Länder les plus peuplés sont également ceux qui disposent du plus grand nombre de stations de recharge; la Bavière étant en tête, suivie de près par la Rhénanie-du-Nord-Westphalie et le Bade-Wurtemberg. Les villes allemandes comptant le plus de points de charge sont Munich, Hambourg et Stuttgart.

L'infrastructure de recharge en Allemagne est très fragmentée, avec plus de 4500 opérateurs de points de charge, en raison notamment de différentes réglementations et subventions au niveau des Länder. Néanmoins, le gouvernement a mis en place de nombreuses subventions fédérales pour soutenir l'adoption des véhicules électriques et l'infrastructure de recharge.

Notamment, un fonds de 2,5 milliards d'euros a été lancé pour accélérer le déploiement

de l'infrastructure de recharge et faciliter la recherche en matière de mobilité électrique et de fabrication de cellules de batterie. Ces fonds prévoient de financer en particulier le « Deutschlandnetz », un réseau national et public de points de charge rapide pour les véhicules électriques, de sorte que partout en Allemagne, un point de charge rapide puisse être atteint en quelques minutes – le mécanisme est détaillé plus bas. Un premier appel d'offres avait été passé en 2021; il devrait être complété par un nouvel appel d'offres en 2023. De plus, un appel d'offres concernera l'installation d'IRVE sur les aires de repos, à partir d'un besoin estimé pour 2025.⁴⁵

Des subventions d'investissement pour les particuliers, les entreprises et les collectivités locales pour l'installation d'un point de charge sont également en place⁴⁶.

⁴⁵ Charging Infrastructure Masterplan II, Gouvernement Fédéral Allemand

⁴⁶ European commission

6.1.2. Zoom sur le mécanisme du « Deutschlandnetz »

Le mécanisme du Deutschlandnetz, lancé en 2021, propose des subventions pour assurer une couverture dans tout le pays, en ciblant les « zones à pourvoir ». Ce programme de subvention allemand, par voie d'appel d'offres, a pour objectif d'accroître la couverture dans tout le pays, et ce en finançant jusqu'à 100 % des coûts d'investissement des stations de recharge rapide. Il est doté d'environ 1,8 Mds € sur les 2,5 Mds présents dans le fond de déploiement IRVE.

Il concerne 1100 localisations avec des stations de recharge d'au moins 300 kW, dont 200 sur des aires de repos sur les autoroutes, tandis que les 900 localisations restantes se trouvent dans des zones urbaines et rurales. Chaque emplacement comprend de 4 à 16 points de charge, soit environ 10 000 points de charge au total.

La procédure d'appel d'offres, lancée par le ministère fédéral allemand des transports et des infrastructures numériques (BMDV), a débuté le 25 juin 2021 et la clôture des candidatures a eu lieu à la mi-2023. Plus de 400 candidatures ont été déposées pour 23 lots de localisations au total. Chacun des lots, ou « bundles », regroupe des sites estimés économiquement rentables, ainsi que des sites moins attrayants afin d'éviter les « zones à pourvoir ». L'appel d'offres empêche par ailleurs les structures monopolistiques (en répartissant les points) et favorise l'émergence d'un paysage concurrentiel, offrant des choix aux clients.

Le gouvernement allemand affiche trois objectifs principaux :

- **Couverture nationale** : les usagers doivent pouvoir emprunter tous les itinéraires du pays sans faire de grands détours pour se charger.

- **Réponse à la demande** : les utilisateurs ne devraient pas avoir à attendre un temps excessivement long pour obtenir une borne de recharge aux points de charge rapide libre en raison d'un nombre insuffisant de bornes de recharge.

- **Niveau de service par les opérateurs** : accessibilité, performance, fiabilité, facilité d'utilisation et compatibilité environnementale de l'offre d'infrastructure.

En échange d'une subvention quasi-totale des CAPEX, les opérateurs s'engagent à pratiquer un tarif réglementé à ces bornes. Le mode de calcul de ce tarif a été fixé par le BMDV, et impose un prix compétitif par rapport aux carburants fossiles. Les opérateurs n'étaient pas favorables à cette mesure et ont saisi les instances européennes, mais elle a finalement été entérinée par la Commission Européenne⁴⁷.

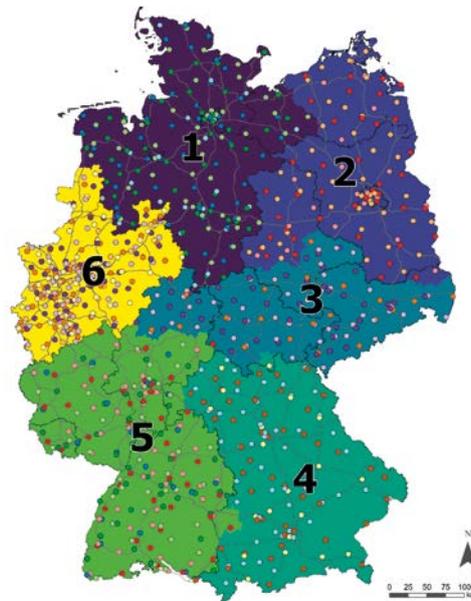
Les lots de localisations, ou « bundles »

Les entreprises ont pu se porter candidates à des appels d'offres sur des « bundles » (lots), c'est-à-dire à des localisations multiples, où elles devront construire les stations de recharge une fois l'appel d'offres remporté. Les lots comprennent chacun de 20 à 70 sites. Au total, 23 lots seront attribués à différents opérateurs. Chaque lot est rattaché à une des six « régions » géographiques de l'Allemagne. Des distances importantes séparent les différentes localisations au sein d'un même lot, afin de réduire le risque de monopoles locaux et d'équilibrer la rentabilité, le tout étant défini par le « Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur (NLL) »⁴⁸ (Centre national d'orientation de l'infrastructure de recharge).

⁴⁷ „EU-Kommission genehmigt Milliarden-Förderung für Deutschlandnetz“, *Electrify*, 14 décembre 2022

⁴⁸ <https://nationale-leitstelle.de/foerdern/deutschlandnetz/>

Figure 28: Les 6 « régions » géographiques avec 23 « bundles » (points de couleurs)



Des outils digitaux ont été développés pour estimer et visualiser les besoins à un degré de précision élevé. Une carte interactive permet de parcourir les localisations de chacun des lots identifiés, et précise, pour chaque localisation, le nombre de points concernés par l'appel d'offres. Il peut y avoir 4, 8, 12 ou 16 points de

charge par emplacement. Comme montré sur la **Figure 29**: Exemple d'une station de recharge avec 8 points de charge (taille M) (à droite) et d'une localisation (à gauche) **Figure 29**, l'emplacement exact du hub de recharge à déployer n'est pas précisé: seule une aire circulaire localisée est indiquée.

Figure 29: Exemple d'une station de recharge avec 8 points de charge (taille M) (à droite) et d'une localisation (à gauche)



Chaque groupe ou lot comprend un mélange de localisations potentiellement très rentables et d'autres moins rentables.

Figure 30: Exemple de « bundle » avec des localisations plus ou moins rentables



Dans l'image ci-dessus, la zone de recherche 1 est proche d'une grande ville et plus attrayante que la zone de recherche 2, qui est plus proche d'une petite ville. Mais le fait de combiner ces zones en un lot garantit que les stations seront également construites dans les zones moins rentables, conformément au plan de couverture du BMDV.

Sélection des localisations

La sélection des localisations a été effectuée sur la base d'un modèle de demande réalisé par le NLL et appelé StandortTOOL⁴⁹. Outre la demande, la couverture globale et les distances entre les sites actuels et futurs ont été prises en considération.

StandortTOOL est basé sur une modélisation de la demande en transport. La base de données est composée d'informations sur les structures spatiales, la distribution des véhicules, l'infrastructure existante pour la recharge électrique et les données sur les infrastructures de transport public.

Les données utilisées par StandortTOOL incluent :

- les nouvelles immatriculations et les radiations mensuelles de véhicules électriques, enregistrées par l'Autorité fédérale des transports motorisés (KBA) ;
- des données sociodémographiques ;
- la distribution géographique des véhicules, comparée avec l'infrastructure existante pour la recharge électrique et les données sur les infrastructures de transport public ;
- des données de trafic routier.

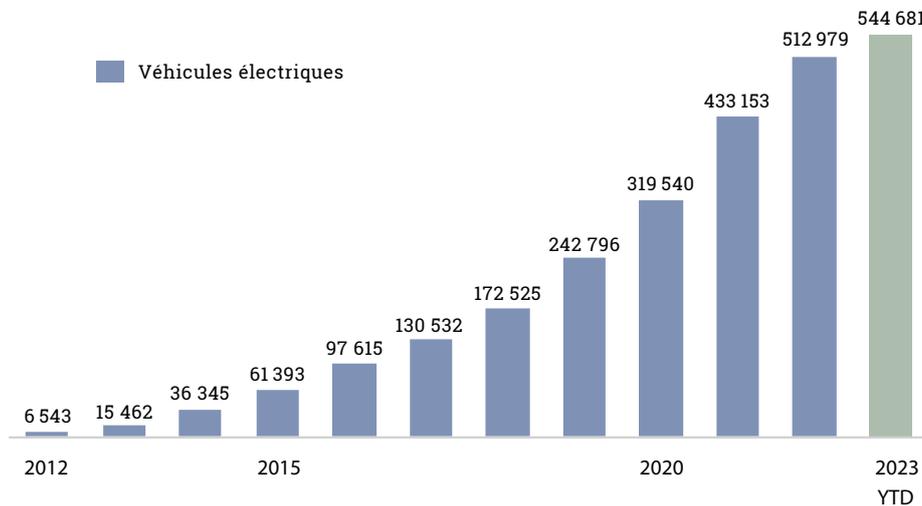
⁴⁹ www.standorttool.de/

6.2. Étude de cas : Norvège

Grâce à des mécanismes de subvention et de soutien favorables, le parc automobile norvégien se convertit à l'électrique à un rythme

record. En avril 2023, le parc total de véhicules légers électriques en Norvège s'élevait à environ 540 000 unités, soit ~20 % du parc total.

Figure 31: Parc automobile électrique en Norvège

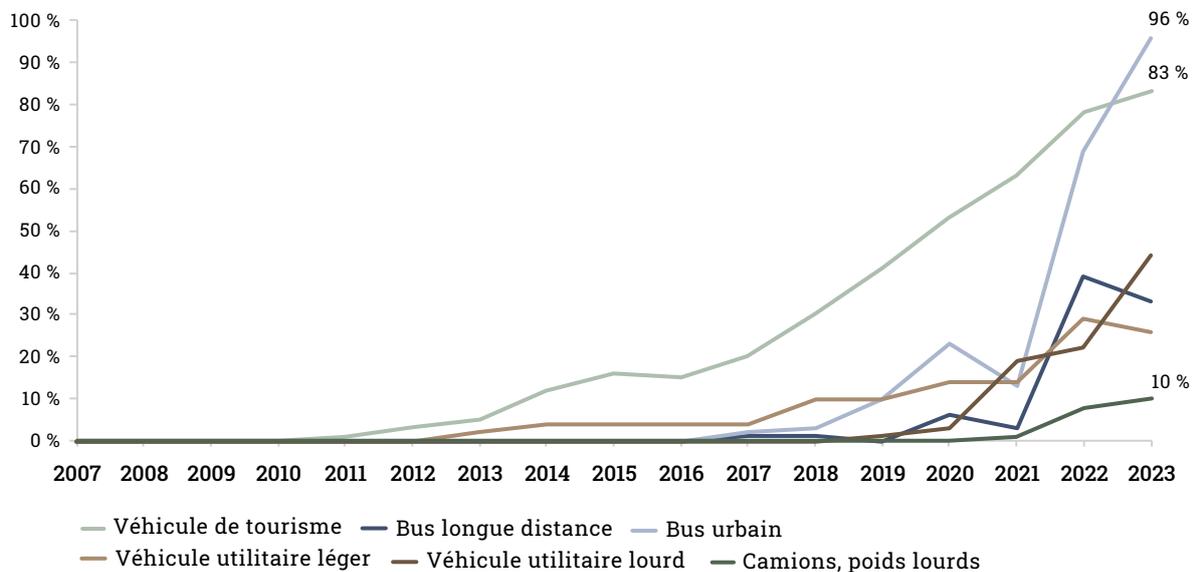


Source : European Alternative Fuels Observatory, avril 2023

Pour les véhicules lourds tels que les autobus et les camions, la part des véhicules électriques à batterie dans les nouvelles ventes augmente. En 2022, la part de l'électricité représente 69 % des autobus urbains nouvellement immatriculés, 39 % des autobus longue distance et environ 8 % des camions⁵⁰.

Si les objectifs nationaux sont atteints, il y aura environ 2 millions de véhicules utilitaires légers électriques à batterie, 2 000 autobus longue distance électriques, 9 000 autobus urbains électriques et 23 000 camions électriques en circulation d'ici 2030⁵¹.

Figure 32: Part de l'électrique dans les nouvelles immatriculations en Norvège (%)



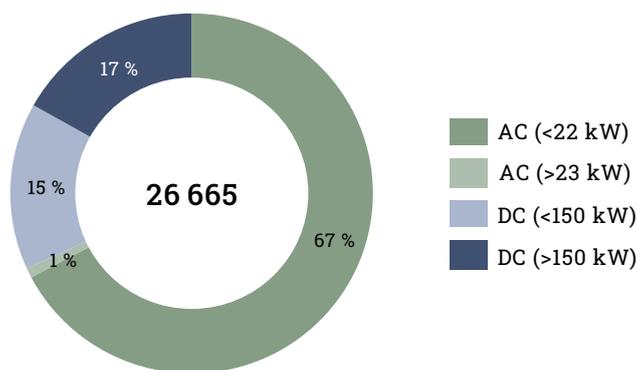
⁵⁰ Statens vegvesen

⁵¹ Kunnskapsgrunnlaget om utbygging av ladeinfrastruktur er klart - regjeringen.no

Le développement des VE en Norvège s'accompagne d'une mise en place volontariste de l'infrastructure de recharge des VE. En janvier 2023, il y avait 26 665 points de charge enregistrés, dont 45 % publics et 55 % ouverts au public. Environ 67 % des points de charge

sont de petits chargeurs à courant alternatif pouvant charger jusqu'à 22 kW, tandis que 17 % du total des points de charge sont des chargeurs à courant continu d'une puissance maximale supérieure à 100 kW.

Figure 33: Points de charge électrique publique en Norvège



Source: Evmarketsreports, avril 2023

Objectifs pour le nombre de points de charge

Sur la base des prévisions de développement et des besoins de recharge correspondants, le gouvernement norvégien estime qu'il faudra 9 000 chargeurs rapides d'ici à 2025 et 10 000 à 14 000 chargeurs rapides d'ici à 2030⁵², en plus d'un réseau bien développé de chargeurs à courant alternatif – pour répondre aux besoins de recharge des véhicules légers. À long terme, lorsque l'ensemble du parc sera électrique en 2040-2045, il y aura environ 3,5 millions de véhicules utilitaires électriques en Norvège. En supposant une puissance de charge élevée, le besoin en chargeurs rapides est estimé à environ 12 000, à raison de 300 VUL par chargeur.

Il est peu probable que les bus urbains utilisent l'infrastructure de recharge publique, alors que les autocars longue distance (touristiques, express...), auront besoin d'une recharge publique. Pour les camions, le besoin en bornes de recharge rapide publiques devrait augmenter de manière significative, passant de 250 en 2025 à 1500-2500 points de charge en 2030, si les objectifs du plan national de transport pour les camions sont atteints.

Obstacles à la mise en place d'une infrastructure de recharge

Un certain nombre d'obstacles à la mise en place d'une infrastructure de recharge ont été rencontrés en Norvège :

- La capacité du réseau n'est pas toujours disponible dans des endroits qui seraient par ailleurs bien adaptés à la recharge. Cela peut entraîner des frais de connexion au réseau élevés et avoir un impact sur la faisabilité économique de la borne de recharge.
- Les opérateurs de points de charge représentent un type de clients relativement nouveau pour les GRD et ont des courbes de consommation différentes de celles des consommateurs d'électricité traditionnels. Le régime tarifaire, les règles et le cadre réglementaire existants peuvent parfois poser des problèmes pour le déploiement de l'infrastructure de recharge rapide.
- Longs délais pour les procédures d'autorisation, les concessions, etc.

⁵² Le besoin estimé en points de charge est basé sur un ratio de 125 véhicules utilitaires légers par chargeur rapide en 2025 et 175 en 2030.

- Manque de coopération entre les parties prenantes.
- Le manque d'espace pour construire des stations de recharge, en particulier à l'intérieur et autour des villes, mais aussi en dehors des zones urbaines sur des terres agricoles. Il s'agit d'un problème existant pour les petites stations de recharge pour les véhicules utilitaires légers électriques, mais on s'attend à ce qu'il devienne un obstacle majeur pour la construction de points de charge pour les camions, étant donné qu'ils nécessitent une plus grande superficie.

Subventions et réglementation

Le secteur des transports représente 33 % des émissions totales en Norvège⁵³. Ce secteur est donc considéré comme un domaine d'action important pour la réduction des émissions et l'atteinte des objectifs nationaux en matière de climat. Le gouvernement norvégien a donc fixé des objectifs nationaux pour la transition du parc automobile vers des technologies à émission zéro (et/ou biogaz) :

- les nouveaux véhicules légers doivent être zéro émission à partir de 2025 ;
- les nouveaux véhicules lourds doivent être zéro émission à partir de 2030 ;
- les nouveaux autobus urbains utiliseront une technologie zéro émission ou du biogaz à partir de 2025 ;
- d'ici à 2030, 75 % des nouveaux autobus longue distance et 50 % des nouveaux tracteurs utiliseront une technologie zéro émission.

Pour les véhicules légers en Norvège, la technologie zéro émission est en pratique synonyme d'électricité, et l'électrification est également considérée comme une partie de la solution pour les véhicules plus lourds. Des infrastructures de recharge suffisantes pour les VE sont

donc un élément clé pour atteindre les objectifs nationaux en matière de transition du parc automobile⁵⁴. La stratégie du gouvernement norvégien en matière d'infrastructure de recharge est une stratégie nationale interministérielle qui décrit les points d'action pertinents pour répondre aux besoins futurs en IRVE.

Un élément central du plan stratégique décrit la nécessité de mettre en place des programmes d'aide ou de subventions dans les cas où les points de charge ne sont pas encore commercialement viables. Les subventions fiscales pour l'infrastructure de recharge sont principalement accordées par l'intermédiaire d'Enova, l'agence gouvernementale de financement pour l'accélération de la transition énergétique en Norvège. Le gouvernement souhaite avant tout que l'infrastructure de recharge soit mise en place par le marché et que les régimes de soutien soient supprimés dès que possible. Dans cette optique, Enova suit de près le développement de l'infrastructure de recharge nationale et dispose d'une grande liberté pour concevoir et hiérarchiser les programmes de soutien. Le type de soutien dépend de la maturité de la technologie et variera au fil du temps.

Tous les points de charge accessibles au public peuvent être trouvés dans la base de données nationale des stations de charge NOBIL⁵⁵, qui appartient à Enova et est gérée par l'association norvégienne des VE. La France a une ambition similaire avec data.gouv, mais qui pour l'instant reste lacunaire.

Mécanismes de soutien pour les IRVE véhicules légers

Le premier programme de soutien à l'infrastructure de recharge d'Enova remonte à 2015⁵⁶, et il s'agissait d'un programme conçu pour aider les premiers chargeurs rapides du marché le long des routes principales en Norvège. La technologie de charge rapide était immature

⁵³ Klimagassutslipp fra transport (miljodirektoratet.no)

⁵⁴ Nasjonal ladestrategi (regjeringen.no)

⁵⁵ Hjem (nobil.no)

⁵⁶ Avant 2015, il existait des initiatives de soutien plus modestes par l'intermédiaire de Transnova (qui a été intégré à Enova en 2015)

à l'époque et avait besoin d'un soutien gouvernemental pour lancer le marché et s'assurer que le développement de l'infrastructure de charge suivait le rythme des ventes de VE (également fortement subventionnées à l'époque). Les cycles ultérieurs de soutien d'Enova ont été conçus pour cibler les zones qui ne voient pas le développement du marché en raison d'un manque de viabilité commerciale (ciblant les « zones à pourvoir »). La partie septentrionale de la Norvège, en particulier, présente une faible densité de population et a nécessité des subventions ciblées de la part d'Enova pour soutenir le développement de l'infrastructure de recharge.

Les programmes de soutien d'Enova ont généralement pris la forme d'appels d'offres pour l'installation de points de charge dans les zones à pourvoir, les répondants étant évalués sur la base de l'aide à l'investissement requise. Les appels d'offres sont renouvelés chaque année et chaque année, des tronçons de route sélectionnés sont ciblés, généralement avec une série d'exigences associées :

- subventions sur les CAPEX seulement ;
- exigences géographiques (ciblage de tronçons routiers situés à une certaine distance minimale d'une autre borne de recharge publique, par exemple 25 km) ;
- Exigences techniques prédéfinies pour la station de recharge afin de garantir l'accès à toutes les voitures, soit le plus souvent :
 - un point de charge AC d'une puissance minimale de 22 kW
 - un point de charge DC CHAdeMO d'une puissance minimale de 50 kW
 - un point de charge pour DC CCS d'une puissance minimale de 150 kW

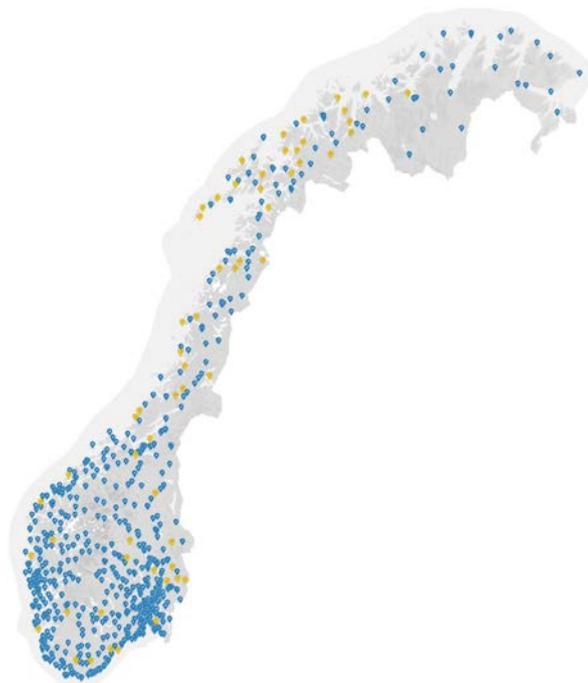
- Le coût de l'investissement doit être détaillé (par exemple, le coût de la conception du projet, de la fourniture des équipements, des systèmes de communication et de paiement, du raccordement, de la protection, des coûts de construction, etc.).

Des programmes de soutien non concurrentiels ont également été mis à l'essai par Enova, bien qu'ils aient eu moins de succès que les programmes fondés sur la concurrence. Par exemple, en 2017-2019, Enova a apporté son soutien aux municipalités disposant de moins de deux points de charge rapide et a soutenu jusqu'à 40 % des coûts d'investissement approuvés associés à chaque chargeur rapide, par le biais d'aides directes et dans le cadre du plafond des aides de *minimis*⁵⁷. Ce programme n'a pas eu le succès escompté et a conduit à une construction inefficace des points de charge, de sorte qu'Enova n'a plus accordé d'aide que par le biais de la mise en concurrence.

Le dernier cycle de soutien d'Enova aux IRVE a eu lieu en avril 2022. Il s'agissait d'un appel d'offres avec trois volets : 1) établissement de stations de recharge rapide avec une distance minimale de 25 km, 2) chargeurs normaux dans les zones sans connexion routière continue (îles), et 3) chargeurs normaux dans les zones de cols de montagne. La figure ci-dessous montre les bornes de recharge rapide existantes (en bleu) et les bornes de recharge rapide qui seront construites et qui bénéficieront du soutien d'Enova en 2022 (en jaune).

⁵⁷ Commission Regulation (EU) No 1407/2013 of 18 December 2013 on the application of Articles 107 and 108 of the Treaty on the Functioning of the European Union to de minimis aidText with EEA relevance (europa.eu)

Figure 34: Bornes de recharge rapide en service en novembre 2022 (bleu) et bornes de recharge rapide soutenues par Enova dans le cadre du programme de soutien 2022 (jaune)



Source: Enova

Lorsque ces points de charge seront construits, il y aura un accès à la charge rapide dans tout le pays, et la poursuite de la construction de chargeurs rapides pour les véhicules légers ne

recevra plus aucune subvention d'Enova.

Au total, presque 700 points de charge rapide auront reçu le soutien d'Enova depuis 2015⁵⁸:

Figure 35: Points de charge rapide subventionnés par Enova

Année du mécanisme	Type	Nombre de points de charge rapide	Commentaire
2015	Principaux axes routiers	88	Marché des VE et des IRVE immature; mécanisme de soutien nécessaire pour amorcer la dynamique
2016	Principaux axes routiers	100	
2016	Principaux axes routiers	74	
2017	Programme municipal	74	Pas de mise en concurrence pendant cette phase
2018	Programme municipal	72	
2019	Programme municipal	66	
2019	Zones blanches	100	Ciblage des « zones blanches » qui ne sont pas commercialement viables pour une construction marchande
2020	Zones blanches	48	
2022	Zones blanches	58 ⁵⁹	

Source: Enova

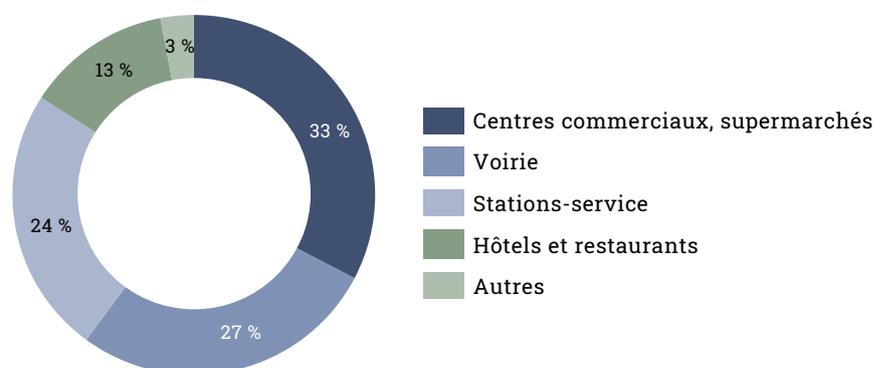
⁵⁸ Kunnskapsgrunnlag om hurtigladeinfrastruktur for veitransport (regjeringen.no)

⁵⁹ Enova støtter 70 nye ladestasjoner for elbiler. Deler ut 100 millioner i støtte. | Enova (ntb.no)

À la fin de l'année 2021, il y avait 4133 points de charge rapide au total. Comme le montre la figure ci-dessous, 33 % des points de charge rapide étaient situés dans des centres

commerciaux ou supermarchés, tandis que seulement 24 % des points de charge rapide se trouvent dans des stations-service :

Figure 36: Points de charge rapide à la fin de l'année 2021, segmentés par catégorie d'emplacement



Source: Enova

Outre les subventions d'Enova, d'autres mécanismes de soutien ont également contribué à la mise en place du réseau de points de charge. Certaines municipalités ont apporté un soutien fiscal aux bornes de recharge par le biais de fonds destinés à soutenir des projets réduisant les émissions. Des mécanismes indirects ont également été utilisés pour favoriser la transition. Pour les parkings sur copropriétés – par exemple ceux des immeubles d'habitation – la loi impose la mise en place de bornes de recharge.

Véhicules lourds

Le marché des véhicules lourds est encore immature et, bien qu'il existe des différences fondamentales avec les véhicules légers, il reste comparable au marché des véhicules légers d'il y a 7 ou 8 ans. Le choix de l'électricité pour les véhicules lourds entraîne un coût supplémentaire par rapport à l'alternative fossile et présente des inconvénients en termes d'exploitation. Pour faciliter la transition, Enova soutient les camions électriques et les bus longue distance en prenant en charge jusqu'à 40 % des coûts supplémentaires associés au choix de l'électrique.

En principe, toutes les infrastructures de recharge devraient être construites sur une base marchande, mais dans la phase initiale, un soutien gouvernemental sera nécessaire et sera fourni par Enova.

Actuellement, un programme de soutien d'Enova pour la construction d'infrastructures de recharge dédiées aux véhicules lourds est ouvert. Le programme soutient l'installation de points de charge DC d'une puissance minimale de 50 kW, l'infrastructure devant être utilisable pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes. L'aide est accordée dans le cadre de quatre appels d'offres en 2023 et les répondants sont évalués sur la base du montant de l'aide nécessaire, mesuré en NOK/kW. L'aide est limitée à 40 % du coût éligible et à 10 millions de NOK.

6.3. Comparaison avec l'Allemagne et la Norvège

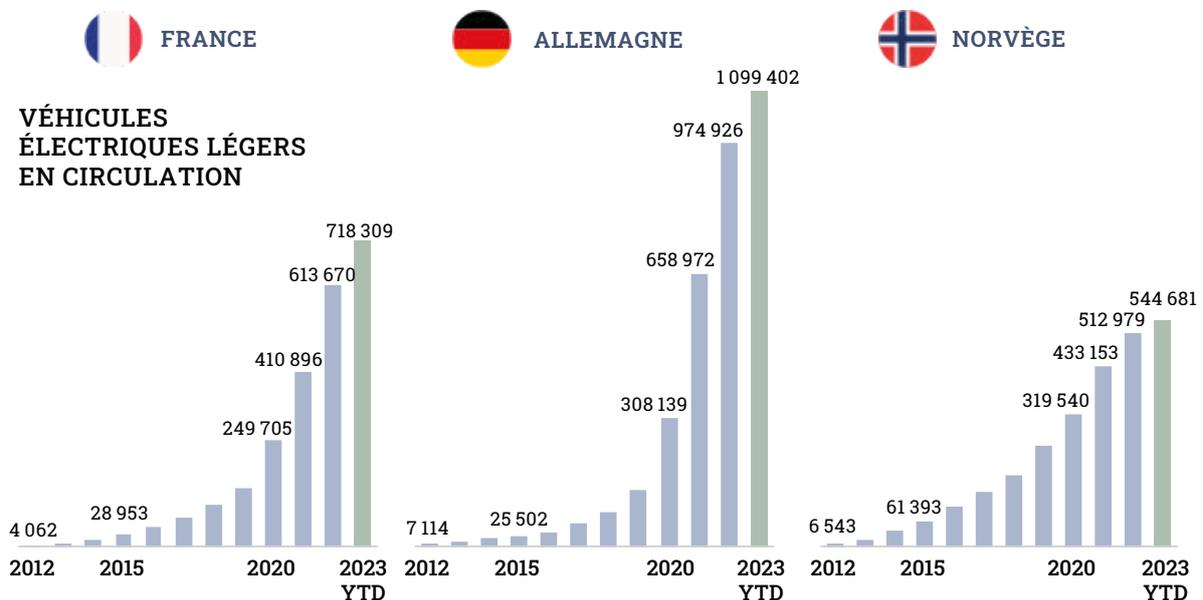
Bien que chaque pays ait ses spécificités, il reste pertinent de contraster les situations de l'Allemagne et la Norvège avec le cas Français :

- les trois pays sont de taille comparable ;
- les objectifs de décarbonation des trois pays, conformes à ceux de l'Europe, sont alignés ;
- un volontarisme gouvernemental en faveur du véhicule électrique est clairement affiché ;

- le rôle des autorités publiques dans la phase initiale du déploiement des IRVE a été fort, et d'importants mécanismes de soutien ont été mobilisés.

En nombre absolu, le parc français s'est électrifié à un rythme très soutenu ces dernières années, tout comme le parc allemand :

Figure 37: Parc des véhicules électriques légers à batterie en France, Allemagne et Norvège



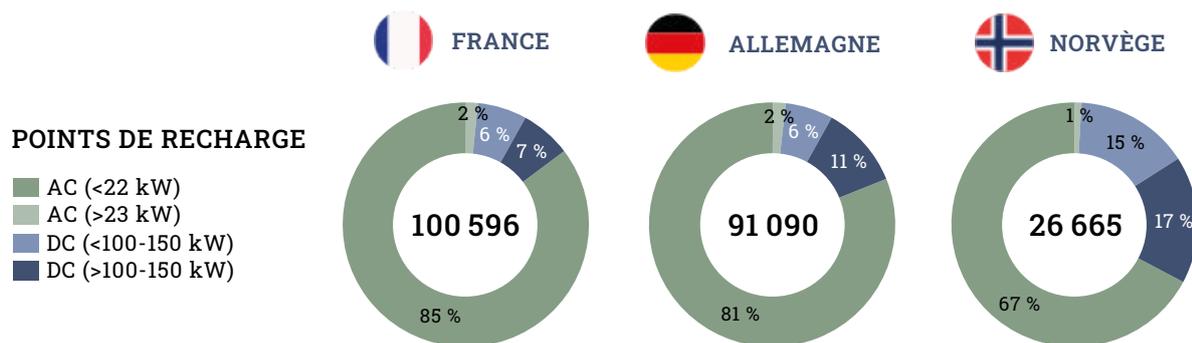
Source: Baromètre expert de l'Avere-France, Alternative Fuels Observatory

Cependant, la Norvège reste largement en tête en ce qui concerne le taux d'électrification du parc, avec 16,76 % du parc électrifié en 2022, contre 1,73 % pour la France et 2 % pour l'Allemagne. La Norvège a été pionnière dans le déploiement à l'échelle des IRVE, avec dès 2015 le premier programme de soutien à

l'infrastructure de recharge d'Enova (pour aider les premiers chargeurs rapides du marché le long des routes principales).

Les trois pays présentent des niveaux de déploiement des IRVE avancés :

Figure 38: Infrastructure de recharge électrique par puissance installée en France, Allemagne, Norvège, en nombre de points de charge



Source: Baromètre commun de l'Avere-France et du ministère de la Transition énergétique, sur la base des données Gireve, mai 2023, Evmarketsreports Germany & Norway

La Norvège a mis l'accent sur la recharge rapide, en particulier avec son programme sur les grands axes. L'Allemagne et la France prennent la même direction tendancielle, suivant les évolutions techniques sur la puissance de recharge.

Les trois pays ont subventionné les CAPEX des IRVE, de façon plus ou moins ciblée et intense ces dernières années :

Figure 39: Programmes-phare, budgets et ciblage du soutien aux CAPEX des IRVE en France, Allemagne, et Norvège

Pays	Programme phare	Budget	Ciblage
France	ADVENIR	320 M€	Aires de service, voirie en général
Allemagne	Deutschlandnetz	1800 M€	Aires de service, « zones à pourvoir »
Norvège	ENOVA	4,30 M€ ⁶⁰	« zones à pourvoir »

Il semblerait qu'à mesure que le réseau gagne en maturité, la question de la rentabilité des points installés et des opérateurs se posent de plus en plus. Le ciblage des subventions devient plus précis, et de moins en moins important en part des CAPEX. Les zones à pourvoir deviennent un sujet privilégié, une fois que l'impulsion initiale d'un maillage a été donnée et que le réseau est déjà empruntable sans détours importants.

Avec l'atteinte des 100 000 points, la France en est maintenant à un tournant dans sa politique de subventions et devra cibler précisément les mécanismes de soutien. Les **Tome 2 – Déploiement de la recharge sur les grands axes routiers** et **Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir** entrent dans le détail des mesures à considérer pour réussir le déploiement des IRVE à horizon 2035.

⁶⁰ <https://uk.mer.eco/news/ev-charging-infrastructure-best-practice-learnings-from-norway/>

7. Annexes

7.1. Analyse du ratio du nombre de véhicules électriques par point de charge

Région	Département	Ratio ⁶¹
Auvergne Rhône-Alpes	Ain	15,4
Auvergne Rhône-Alpes	Allier	5,1
Auvergne Rhône-Alpes	Ardèche	7,3
Auvergne Rhône-Alpes	Cantal	9,1
Auvergne Rhône-Alpes	Drôme	7,5
Auvergne Rhône-Alpes	Haute-Loire	9,5
Auvergne Rhône-Alpes	Haute-Savoie	12,7
Auvergne Rhône-Alpes	Isère	10,9
Auvergne Rhône-Alpes	Loire	7,6
Auvergne Rhône-Alpes	Puy-de-Dôme	8,4
Auvergne Rhône-Alpes	Rhône	13,6
Auvergne Rhône-Alpes	Savoie	6,5
Bourgogne Franche-Comté	Côte-d'Or	6,7
Bourgogne Franche-Comté	Doubs	13,7
Bourgogne Franche-Comté	Haute-Saône	8,9
Bourgogne Franche-Comté	Jura	14,8
Bourgogne Franche-Comté	Nièvre	5,3
Bourgogne Franche-Comté	Saône-et-Loire	7,8
Bourgogne Franche-Comté	Territoire de Belfort	6,8
Bourgogne Franche-Comté	Yonne	4,1
Bretagne	Côtes-d'Armor	7,9
Bretagne	Finistère	7,9
Bretagne	Ille-et-Vilaine	12,3
Bretagne	Morbihan	8,5
Centre-Val de Loire	Cher	7,9
Centre-Val de Loire	Eure-et-Loir	8,0
Centre-Val de Loire	Indre	5,1
Centre-Val de Loire	Indre-et-Loire	7,4

⁶¹ Ratio considérant les points publics et les points ouverts au public

Région	Département	Ratio ⁶¹
Centre-Val de Loire	Loiret	13,4
Centre-Val de Loire	Loir-et-Cher	7,8
Grand Est	Ardennes	3,8
Grand Est	Aube	4,0
Grand Est	Bas-Rhin	10,0
Grand Est	Haute-Marne	4,4
Grand Est	Haut-Rhin	15,7
Grand Est	Marne	8,7
Grand Est	Meurthe-et-Moselle	9,0
Grand Est	Meuse	5,6
Grand Est	Moselle	7,4
Grand Est	Vosges	8,9
Hauts-de-France	Aisne	7,4
Hauts-de-France	Nord	8,9
Hauts-de-France	Oise	14,9
Hauts-de-France	Pas-de-Calais	8,3
Hauts-de-France	Somme	7,6
Ile-de-France	Essonne	12,2
Ile-de-France	Hauts-de-Seine	16,1
Ile-de-France	Paris	4,5
Ile-de-France	Seine-et-Marne	7,1
Ile-de-France	Seine-Saint-Denis	11,7
Ile-de-France	Val-de-Marne	7,0
Ile-de-France	Val-d'Oise	11,6
Ile-de-France	Yvelines	14,6
Normandie	Calvados	7,1
Normandie	Eure	7,1
Normandie	Manche	8,1
Normandie	Orne	4,9
Normandie	Seine-Maritime	10,1
Nouvelle-Aquitaine	Charente	9,1

Région	Département	Ratio ⁶¹
Nouvelle-Aquitaine	Charente-Maritime	11,2
Nouvelle-Aquitaine	Corrèze	9,3
Nouvelle-Aquitaine	Creuse	5,5
Nouvelle-Aquitaine	Deux-Sèvres	7,2
Nouvelle-Aquitaine	Dordogne	6,4
Nouvelle-Aquitaine	Gironde	8,7
Nouvelle-Aquitaine	Haute-Vienne	10,8
Nouvelle-Aquitaine	Landes	6,8
Nouvelle-Aquitaine	Lot-et-Garonne	7,9
Nouvelle-Aquitaine	Pyrénées-Atlantiques	10,2
Nouvelle-Aquitaine	Vienne	5,7
Occitanie	Ariège	6,5
Occitanie	Aude	4,4
Occitanie	Aveyron	5,6
Occitanie	Gard	7,9
Occitanie	Gers	7,4
Occitanie	Haute-Garonne	8,8
Occitanie	Hautes-Pyrénées	4,1
Occitanie	Hérault	7,8
Occitanie	Lot	4,1
Occitanie	Lozère	3,1
Occitanie	Pyrénées-Orientales	8,6
Occitanie	Tarn	5,5
Occitanie	Tarn-et-Garonne	5,5
Pays de la Loire	Loire-Atlantique	9,7
Pays de la Loire	Maine-et-Loire	7,6
Pays de la Loire	Mayenne	7,2
Pays de la Loire	Sarthe	9,3
Pays de la Loire	Vendée	9,4
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Alpes-de-Haute-Provence	5,8
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Alpes-Maritimes	9,7

Région	Département	Ratio ⁶¹
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Bouches-du-Rhône	13,8
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Hautes-Alpes	4,3
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Var	9,9
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Vaucluse	7,7

Sources: Données d'Eco-Movement, avril 2023, analyse d'AFRY

7.2. Analyse de la distance moyenne entre les « hubs » de recharge sur quelques grands axes

Axe routier	Nombre de points de charge (#)	Distance moyenne entre les hubs de recharge (en km)
A1	188	27
A10	255	38
A11	137	39
A13	141	36
A16	57	52
A2	53	36
A20	125	52
A26	67	43
A28	27	54
A29	201	72
A31	12	30
A35	105	41
A36	233	43
A39	67	41
A4	58	36
A40	42	30
A41	136	24
A42	40	17
A43	8	30
A46	21	33
A5	335	47
A50	52	20
A51	15	58

Axe routier	Nombre de points de charge (#)	Distance moyenne entre les hubs de recharge (en km)
A6	157	28
A61	63	44
A62	25	43
A63	119	40
A64	24	53
A65	19	63
A7	34	27
A71	56	40
A75	128	51
A77	10	60
A8	24	25
A81	41	27
A83	188	36
A84	255	40
A85	137	46
A89	141	58
A9	57	33
N10	53	114
N12	125	327
N145	67	61
N7	27	267

Sources: Données d'Eco-Movement, analyse d'AFRY

En utilisant les données d'Eco-Movement, AFRY a estimé la distance entre les différents lieux de recharge sur quelques grands axes routiers. Les points de charge ayant des latitudes et longitudes différentes mais localisés à une distance inférieure à 2 km sont rassemblés autour d'un même hub de recharge. La distance moyenne sur un axe routier est alors déterminée entre ces hubs de recharge.

Note: Quelques résultats pourraient différer des valeurs réelles. En effet, la définition des segments de route donnée par le gouvernement

et celle d'Open Street Map peuvent ne pas correspondre. Plus spécifiquement pour les routes nationales, certaines routes ne sont pas continues et cela peut aboutir à des distances plus importantes entre des hubs de recharge. C'est notamment le cas lorsqu'une route nationale relie deux métropoles sans pour autant être comptabilisée dans le réseau périphérique de la métropole. Mais ces résultats retranscrivent bien la réalité du terrain, avec des différences en termes de déploiement entre le réseau national et les autoroutes.

7.3. État des lieux des points de charge en Corse et dans les territoires d'outre-mer

Le développement du véhicule électrique dans les départements d'outre-mer et en Corse s'insère dans une offre plus large de services d'écomobilité, dans lequel les énergies renouvelables ont un rôle important à jouer. En effet, comme le souligne l'ADEME⁶², l'utilisation du véhicule électrique est avantageuse si la source d'énergie primaire a une empreinte carbone réduite. C'est ainsi que des choix stratégiques, propres aux problématiques des territoires insulaires, devront être étudiés afin de favoriser l'électrification des usages sur ces territoires en s'appuyant sur de la recharge alimentée par des énergies renouvelables, et intelligente afin de minimiser l'impact sur le réseau électrique. La CRE⁶³ a explicité les enjeux autour de la transition énergétique dans les ZNI, et le déploiement de bornes de recharge devra favoriser l'aspect « pilotable ».

À l'heure actuelle, un peu plus de 18 000 véhicules légers électrifiés sont recensés dans les territoires d'outre-mer (avec une répartition de 62 % du parc à la Réunion, 17 % en Guadeloupe, 15 % en Martinique, 4 % en Guyane française et 1 % à Mayotte). En Corse, la flotte de véhicules légers électriques représente près de 10 000 véhicules. En parallèle, un peu plus de 600 points de charge publics sont dénombrés en Corse⁶⁴, avec des technologies de borne AC représentant 96 % du déploiement actuel. Cela représente un ratio de 16 véhicules électriques par point de charge environ. Mais dans les territoires d'outre-mer, l'infrastructure de recharge publique est inexistante en comparaison du nombre de véhicules électriques. Par exemple, la Réunion compte 221 points de charge⁶⁵, ce qui donne un ratio de quasiment 50 pour le nombre de véhicules électriques par point.

8. Définitions

Infrastructures de recharge (définitions réglementaires)

Point de charge : une interface associée à un emplacement de stationnement qui permet de recharger un seul véhicule électrique à la fois

Borne de recharge : un appareil fixe raccordé à un point d'alimentation électrique, comprenant un ou plusieurs points de charge et pouvant intégrer notamment des dispositifs de communication, de comptage, de contrôle ou de paiement

Station de recharge : une zone comportant une borne de recharge associée à un ou des emplacements de stationnement ou un ensemble de bornes de recharge associées à des emplacements de stationnement, exploitée par un ou plusieurs opérateurs

Point de charge ouvert au public : Ces points de charge sont installés sur des domaines privés soumis à des restrictions d'accès spécifiques, mais non discriminatoires, telles que l'utilisation sur des créneaux horaires précis. Cela concerne par exemple les points de charge dans les parkings des grands entrepôts ou des magasins de proximité, dans les parkings souterrains, les établissements hôteliers et de restauration, etc.

⁶² Mobilité électrique en Guadeloupe, ADEME

⁶³ Transition énergétique dans les ZNI, CRE

⁶⁴ Données d'Eco-Movement, avril 2023

⁶⁵ Baromètre commun de l'Avère-France et du ministère de la Transition énergétique, sur la base des données Gireve

9. Abréviations

AC: *Alternative Current*, en français: courant alternatif

AOM: Autorité organisatrice de la mobilité

AODE: Autorité organisatrice de la distribution d'énergie

AAP: Appel à projets

AFIR: *Alternative Fuels Infrastructure Regulation*

BEV: *Battery Electric Vehicle*, en français: véhicule 100 % à batterie électrique

CCS: *Combined Charging System*, en français: système de recharge combiné

CPO: *Charge Point Operator*, en français: opérateur d'infrastructure

DC: *Direct Current*, en français: courant continu

GRDE: Gestionnaire de réseau de distribution d'électricité

IRVE: Infrastructure de recharge de véhicule électrique

LOM (loi): Loi d'orientation des mobilités

PDC: Point de charge

PHEV: *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* en français: véhicule hybride rechargeable

PL: Poids lourd

RFID: *Radio Frequency Identification*

RTE-T: réseau transeuropéen de transport, souvent en anglais « TEN-T »

SDIRVE: Schéma directeur pour les infrastructures de recharge

TPE: Terminal de paiement électronique

TMJA: Trafic moyen journalier annuel

UE: Union européenne

VASP: Véhicules automoteurs spécialisés

VL: Véhicule léger

VP: Véhicule particulier

VUL: Véhicule utilitaire léger

ZNI: Zones non interconnectées

10. Table des figures

Figure 1: Cartographie des points de charge sur le territoire métropolitain français

Figure 2: Évaluation du nombre de points de charge publics par département (à gauche) et du nombre de points de charge publics et ouverts au public (à droite)

Figure 3: Mécanismes de soutien aux IRVE en France

Figure 4: Évolution du parc automobile électrique en France entre 2012 et 2022 pour les véhicules légers et utilitaires légers (en millier de véhicules)

Figure 5: Taille du parc de véhicules légers électrifiés (BEV + PHEV) par département

Figure 6: Parcours annuels moyens des véhicules immatriculés en France (en km par véhicule, en 2019)

Figure 7: Évolution de la circulation par réseau, tous véhicules confondus (en milliards de véhicules-kilomètres)

Figure 8: Analyse de la répartition de la circulation par type de réseaux et selon la catégorie de véhicule [%]

Figure 9: Cartographie des points de charge sur le territoire métropolitain français

Figure 10: Évolution du nombre de points de charge (en milliers)

Figure 11: Répartition des points de charge AC (à gauche) et DC (à droite) accessibles au public en France (Q1 2023)

Figure 12: Analyse du comportement de recharge pour les véhicules légers avec la part de recharge publique et privé

Figure 13: Évaluation du nombre de points de charge publique par département (à gauche) et du nombre de points de charge publique et ouverts au public (à droite)

Figure 14: Évaluation du nombre de points de charge rapide (à gauche) et lente (à droite) par département

Figure 15: Évaluation du nombre de véhicules légers électriques (BEV + PHEV) par points de charge par département

Figure 16: Évaluation de la répartition des points de charge toute technologie confondue [%] (à gauche) et du type de technologie par points de charge [%] selon la zone géographique (à droite)

Figure 17: Cartographie des points de charge sur les grands axes routiers

Figure 18: Évaluation de la répartition du type de technologie par point de charge [%] sur les autoroutes

Figure 19: Évaluation du trafic moyen journalier annuel de quelques autoroutes en 2019 (nombre moyen de véhicules circulant sur l'axe)

Figure 20: Défis « zones à pourvoir » en fonction des usages et leur traitement dans le Tome 3 – Déploiement de la recharge dans les zones à pourvoir

Figure 21: Écosystème simplifié de la recharge électrique

Figure 22: Part de marché des constructeurs de véhicules légers 100 % électriques (en milliers de véhicules)

Figure 23: Part de marché des constructeurs de véhicules utilitaires 100 % électriques (en milliers de véhicules)

Figure 24: Part de marché des constructeurs de poids lourd 100 % électriques (en unités de véhicules)

Figure 25: Parc automobile électrique en Allemagne

Figure 26: Points de charge électrique publique en Allemagne

Figure 27: Points de charge par Länder

Figure 28: Les 6 « régions » géographiques avec 23 « bundles » (points de couleurs)

Figure 29: Exemple d'une station de recharge avec 8 points de charge (taille M) (à droite) et d'une localisation (à gauche)

Figure 30: Exemple de « bundle » avec des localisations plus ou moins rentables

Figure 31: Parc automobile électrique en Norvège

Figure 32: Part de l'électrique dans les nouvelles immatriculations en Norvège (%)

Figure 33: Points de charge électrique publique en Norvège

Figure 34: Bornes de recharge rapide en service en novembre 2022 (bleu) et bornes de recharge rapide soutenues par Enova dans le cadre du programme de soutien 2022 (jaune)

Figure 35: Points de charge rapide subventionnés par Enova

Figure 36: Points de charge rapide à la fin de l'année 2021, segmentés par catégorie d'emplacement

Figure 37: Parc des véhicules électriques légers à batterie en France, Allemagne et Norvège

Figure 38: Infrastructure de recharge électrique par puissance installée en France, Allemagne, Norvège, en nombre de points de charge

Figure 39: Programmes phare, budgets et ciblages du soutien aux CAPEX des IRVE en France, Allemagne, et Norvège

CONTACTS POUR LE PRÉSENT RAPPORT

Yasmine Assef

yasmine.assef@afry.com

M: +33 6 18252484

Clément Molizon

clement.molizon@avere-france.org

M: + 33 7 85927741

CONTRIBUTEURS

Avere-France

Clément Molizon, Bassem Haidar

AFRY

Yasmine Assef, Théo Sébastien,

Arnaud Pauli

À PROPOS D'AFRY

AFRY fournit des services de conseil, numériques, de design et d'ingénierie pour accélérer la transition vers une société durable.

Nous sommes 19 000 experts dévoués dans les secteurs de l'industrie, de l'énergie et de l'infrastructure. AFRY possède des racines nordiques avec une portée globale, produit des ventes nettes de 24 milliards de couronnes suédoises et est cotée au Nasdaq Stockholm.

AFRY Management Consulting SAS

1, rue de Gramont

75002 Paris

France



À PROPOS DE L'AVERE-FRANCE

L'Avere-France est l'association nationale pour le développement de la mobilité électrique. Créée en 1978 pour représenter l'ensemble de l'écosystème de l'électro-mobilité dans les domaines industriel, commercial, institutionnel ou associatif, elle a pour objectif de faire la promotion de l'utilisation des véhicules électriques et hybrides rechargeables.

Avere-France, Association nationale pour le développement de la mobilité électrique

5, rue du Helder

75009 Paris

France



PARTENAIRES FINANCIERS

À PROPOS DE LA BANQUE DES TERRITOIRES

Créée en 2018, la Banque des Territoires est un des cinq métiers de la Caisse des Dépôts. Elle rassemble dans une même structure les expertises internes à destination des territoires. Porte d'entrée client unique, elle propose des solutions sur mesure de conseil et de financement en prêts et en investissement pour répondre aux besoins des collectivités locales, des organismes de logement social, des entreprises publiques locales et des professions juridiques. Elle s'adresse à tous les territoires, depuis les zones rurales jusqu'aux métropoles, avec l'ambition de lutter contre les inégalités sociales et les fractures territoriales. La Banque des Territoires est déployée dans les 16 directions régionales et les 37 implantations territoriales de la Caisse

des Dépôts afin d'être mieux identifiée auprès de ses clients et au plus près d'eux.

Pour des territoires plus attractifs, inclusifs, durables et connectés.

www.banquedesterritoires.fr

[@BanqueDesTerr](https://twitter.com/BanqueDesTerr)

Sophie Huet

sophie.huet2@caissedesdepots.fr

M: + 33 6 07 421450



À PROPOS DE ECF

The European Climate Foundation (ECF) is a major philanthropic initiative working to help tackle the climate crisis by fostering the development of a net-zero emission society at the national, European, and global level. The ECF supports over 700 partner organisations to carry out activities that drive urgent and ambitious policy in support of the objectives of the Paris Agreement, contribute to the public debate on climate action, and help deliver a socially

responsible transition to a net-zero economy and sustainable society in Europe and around the world.

Agathe Destresse

agathe.destresse@Europeanclimate.org



Cette étude a été soutenue par la Fondation européenne pour le climat et la Banque des Territoires. La responsabilité des informations et des points de vue exprimés dans cette étude incombe aux auteurs. La Fondation européenne pour le climat et la Banque des Territoires ne peuvent être tenues responsables de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues ou exprimées dans ce document.



AFRY
AF PÖYRY



Avere
FRANCE

Avec le soutien de



BANQUE des
TERRITOIRES
GROUPE CAISSE DES DÉPÔTS



European
Climate
Foundation