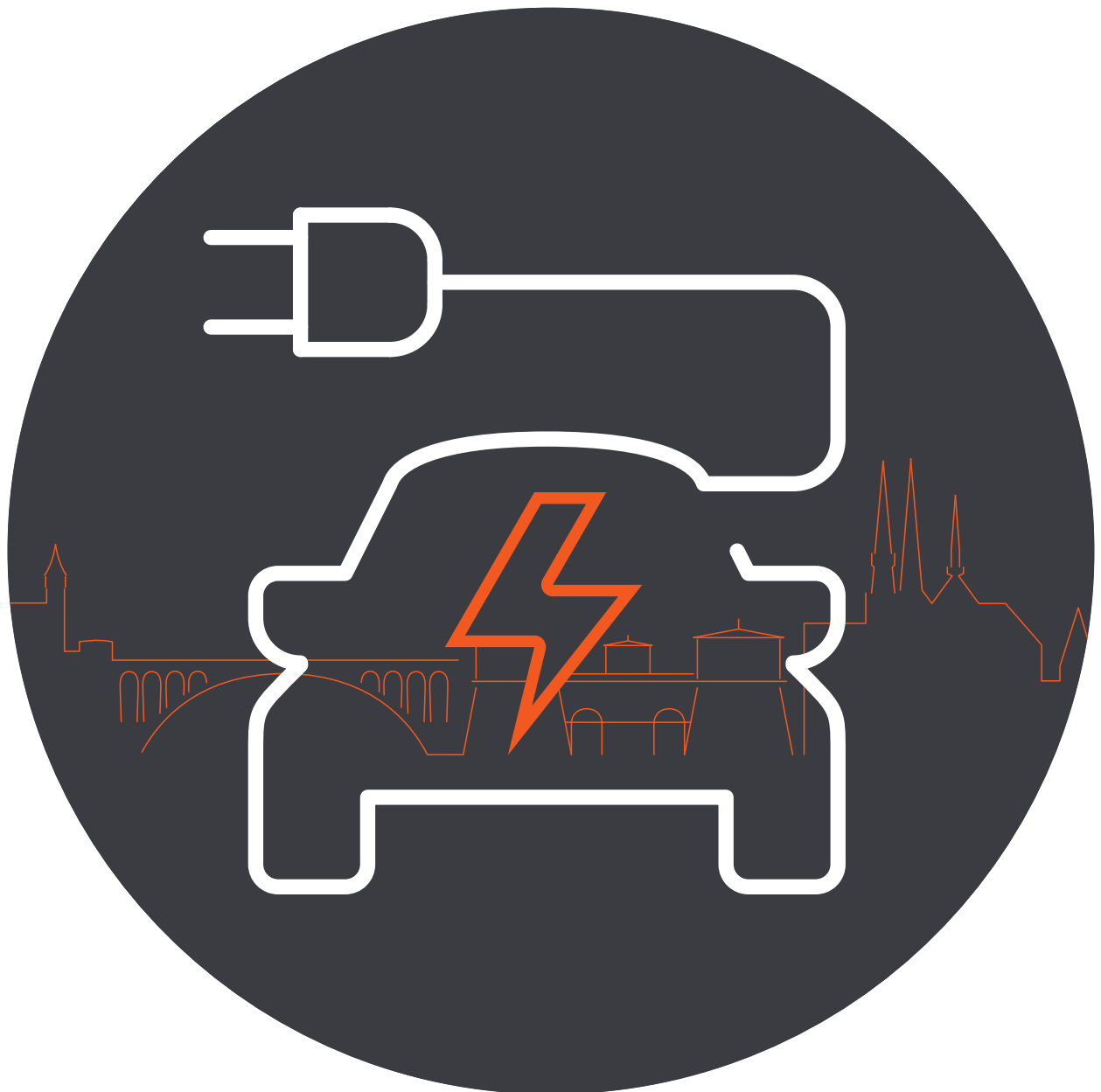


n°28

**a&t**  
ACTUALITÉ & TENDANCES

BULLETIN ÉCONOMIQUE  
DE LA CHAMBRE DE COMMERCE



**Voitures électriques au Luxembourg :  
maîtriser la transition face aux défis**



# 2.

Avant-propos

# 5.

Résumé exécutif

# 10.

**I.** Pourquoi la transition vers la voiture électrique est-elle inéluctable ?

# 20.

**II.** À quoi ressemble le marché luxembourgeois de l'automobile ?

# 25.

**III.** Où en est la transition vers l'électrique ?

# 43.

**VI.** Quels sont les défis à relever ?

# 53.

**V.** Quels accompagnements politiques à cette transition ?

# 56.

**VI.** Quelles recommandations pour faciliter cette transition ?

# Avant-propos

**L**ongtemps, la transition vers la voiture électrique a été perçue comme hypothétique. Elle semble désormais inévitablement en marche, et ceci pour trois raisons.

D'abord pour une **raison environnementale** : selon un rapport de l'agence européenne de l'environnement, le transport est responsable d'un quart des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'Union européenne (UE). Même si d'importants défis demeurent, dans la mesure où une technologie permettant de réduire significativement cette empreinte carbone est disponible et accessible, elle a vocation à s'imposer. Ensuite, et c'est sans doute l'argument le plus incontestable, pour une **raison réglementaire** : dès 2035, plus aucun véhicule neuf émettant du CO<sub>2</sub> ne pourra être mis sur le marché dans l'Union européenne, sauf revirement politique d'ici-là. Il ne s'agit pas là d'un objectif, mais bien d'une échéance. Dès lors, la question à poser n'est plus « Pourquoi ? » ni « Quand ? », mais bien « Comment ? ». Enfin, en découle une **raison économique** : en conséquence de cette échéance, les constructeurs consacrent aujourd'hui l'essentiel de leurs investissements à convertir leur outil industriel et à développer des innovations en lien avec la voiture électrique. Sans innovation et sans capacité industrielle, la production de voitures thermiques est donc naturellement condamnée à diminuer fortement.

La transition vers la mobilité électrique représente un tournant majeur dans le paysage automobile mondial, avec des implications profondes pour l'économie, l'environnement et la société. Elle pose autant de questions globales que de questions locales. **Au Luxembourg, cette transition transforme l'activité d'une filière industrielle et commerciale qui emploie plusieurs dizaines de milliers de salariés, créant des menaces et des opportunités.** Elle interroge aussi toutes les entreprises qui disposent d'une flotte automobile et qui hésitent sur les choix à opérer. Elle questionne enfin chaque automobiliste au moment d'acheter un nouveau véhicule.

Cette publication analyse les enjeux économiques cruciaux liés à la transition vers la voiture électrique au Luxembourg. Elle confronte la trajectoire qui a été observée ces derniers mois aux objectifs fixés par le Gouvernement et aux échéances réglementaires européennes. Elle identifie un certain nombre de facteurs accélérateurs, mais aussi des freins qui devront être traités.

Le Luxembourg dispose d'un certain nombre d'atouts et de leviers qui peuvent permettre au pays d'opérer cette transition sereinement. S'il fallait définir cet adjectif en des termes économiques, nous parlerions d'une situation dans laquelle les agents économiques opèrent les choix liés à cette transition par opportunité plutôt que par nécessité.

C'est l'objectif des propositions formulées dans la dernière partie de cette publication.

À noter que les données et statistiques pour le Luxembourg présentées dans la publication proviennent des bases de données mensuelles publiées par la Société Nationale de Circulation Automobile (SNCA), concernant d'une part, le parc automobile national total d'octobre 2023, et, d'autre part, les nouvelles immatriculations mensuelles de juillet 2017 à septembre 2023, que nous avons agrégées et analysées de manière trimestrielle, afin de lisser de potentielles particularités mensuelles. Seules les catégories « voitures » (codes 5 et 6 de la SNCA, renommés code 1 depuis novembre 2023) ont été considérées pour cette publication.

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	<b>2</b>
<b>Résumé exécutif</b>	<b>5</b>
<b>L'(électro)mobilité en quelques chiffres clés</b>	<b>7</b>
<b>Les 18 recommandations de la Chambre de Commerce en bref</b>	<b>8</b>
<b>1 Pourquoi la transition vers la voiture électrique est-elle inéluctable ?</b>	<b>10</b>
1.1 Contexte et objectifs	11
1.1.1 Vers des objectifs climatiques de plus en plus ambitieux	11
1.1.2 L'impact des transports sur le réchauffement climatique	13
1.1.3 Au Luxembourg, le transport en première ligne des émissions de GES	14
1.1.4 L'efficacité énergétique via l'électrification de la mobilité : les objectifs climatiques pour le secteur du transport	15
1.2 Le rôle de l'électromobilité dans l'atteinte des objectifs climatiques	16
1.2.1 Émissions de GES sur le cycle de vie d'une voiture : quelle différence entre électrique et thermique ?	16
1.2.2 La transition vers la voiture électrique : une inévitabilité économique impulsée et accélérée par les réglementations ?	18
<b>2 À quoi ressemble le marché luxembourgeois de l'automobile ?</b>	<b>20</b>
2.1 Les particularités du marché luxembourgeois de l'automobile	21
2.2 L'écosystème de l'automobile au Luxembourg	23
<b>ENCADRÉ 1 : La diminution de la vente de carburant, un enjeu pour les recettes de l'État</b>	<b>23</b>
<b>3 Où en est la transition vers l'électrique ?</b>	<b>25</b>
3.1 Au niveau mondial	25
3.2 Au niveau européen	28
<b>ENCADRÉ 2 : Le cas de la Norvège</b>	<b>29</b>
3.3 Au niveau luxembourgeois	31
3.3.1 Le parc automobile luxembourgeois actuel	31
3.3.2 Évolution de l'électromobilité au Luxembourg depuis fin 2017	32
3.3.3 Un objectif 2030 qui va nécessiter une forte accélération des ventes	35
3.3.4 L'échéance européenne de fin des ventes de nouvelles voitures thermiques en 2035 : le Luxembourg est-il prêt ?	36
3.4 Infrastructure de charge au Luxembourg : état des lieux et perspectives	40
3.4.1 La charge à domicile en maison individuelle	40
3.4.2 La charge à domicile en habitat collectif	41
3.4.3 Les bornes de charge publiques	42

<b>4</b>	<b>Quels sont les défis à relever ?</b>	<b>43</b>
4.1	Les défis technologiques	43
4.1.1	Les enjeux de la batterie	43
4.1.2	L'intégration au réseau électrique	47
4.1.3	L'expérience de charge des batteries	48
4.1.4	L'infrastructure de charge	49
4.2	Les défis et les impacts sur les secteurs économiques et les utilisateurs	50
4.2.1	Autant de défis que d'opportunités pour l'industrie automobile	50
4.2.2	L'indispensable évolution des chaînes d'approvisionnement	50
4.2.3	L'importance de la transparence des prix de charge	51
4.2.4	Le marché européen ouvert pour de nouveaux constructeurs ?	52
<b>5</b>	<b>Quels accompagnements politiques à cette transition ?</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>Quelles recommandations pour accélérer cette transition ?</b>	<b>56</b>
6.1	Sensibiliser et informer les utilisateurs et les entreprises	57
6.2	Offrir des incitants fiscaux et des subventions à la hauteur des enjeux	58
6.3	Des avantages pour les utilisateurs de voitures électriques	60
6.4	Préparer une infrastructure de charge apte à répondre au développement croissant de l'électromobilité	61
6.5	La transition vers la voiture électrique, un vrai changement de paradigme qui présente de nouveaux défis et opportunités	63
6.6	Inciter à la soutenabilité et au report modal	65
	<b>Liste des graphiques</b>	<b>66</b>
	<b>Liste des tableaux</b>	<b>67</b>



Bulletin économique  
de la Chambre de Commerce

# Résumé exécutif

La transition vers la voiture électrique est engagée depuis que l'Union européenne a décidé que, dès 2035, plus aucune voiture neuve émettant du CO<sub>2</sub> ne pourra être mise sur le marché. À cette échéance réglementaire s'ajoute une logique économique, bien que certains constructeurs semblent encore hésitants: les investissements en recherche et développement du secteur sont aujourd'hui très majoritairement consacrés au développement des motorisations électriques, tant pour en réduire les coûts que pour en améliorer les performances. Ainsi, la demande devrait naturellement se porter vers ces nouveaux véhicules, à mesure que l'offre de véhicules thermiques va s'éteindre.

L'enjeu environnemental est majeur. La transition vers la voiture électrique apparaît comme un levier puissant pour atteindre les objectifs mondiaux de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES). À l'échelle mondiale, le transport est responsable de 16,2% des émissions, dont 12% pour le seul transport routier. Au Luxembourg, c'est beaucoup plus, notamment en raison du volume important de carburant vendu aux non-résidents: en 2022, le secteur représentait 60,3% du total des émissions hors ETS<sup>1</sup>. C'est dire le potentiel de décarbonation de la transition vers la voiture électrique. Cette dernière n'est pas neutre pour le climat pour autant. D'importantes émissions sont générées en phase de fabrication, en particulier pour la production des batteries. Par ailleurs, les émissions liées à l'usage peuvent également être très importantes selon l'origine de l'électricité utilisée par le véhicule. Abordée sous l'angle environnemental, la question de l'électromobilité ne peut donc être déconnectée de la question du mix énergétique.

Au niveau mondial, les ventes de voitures 100% électriques progressent rapidement. Leur part de marché est passée de 2,8% en 2020 à 10% en 2022. Cette évolution a été permise par une diminution importante de leur prix. Une tendance qui devrait se poursuivre dans les années à venir.

Au Luxembourg, les voitures électriques représentent aujourd'hui 4,84% du parc automobile. Si l'on y ajoute les voitures hybrides rechargeables, on atteint 8,13%, toujours très loin de l'objectif national, fixé à 49% du parc à l'horizon 2030. Même si une progression rapide et importante de volume de ventes dans les années à venir est attendue, cet objectif apparaît aujourd'hui difficile à atteindre. En effet, pour atteindre cet objectif, il faudrait un rythme de renouvellement du parc automobile des personnes physiques beaucoup plus rapide qu'il ne l'a été au cours des dernières années. Actuellement, l'électrique est majoritairement porté par les personnes morales.

En revanche, le pays semble mieux engagé dans la trajectoire qui lui permettrait d'atteindre 100% de voitures électriques parmi les nouvelles immatriculations en 2035. D'autant que les dernières données disponibles laissent à penser que nous sommes entrés dans une nouvelle phase du modèle classique d'adoption de l'innovation. Après des années au cours desquelles ce sont surtout les «*early adopters*» qui ont contribué au décollage du marché de l'électrique, la cible s'est considérablement élargie aujourd'hui.

<sup>1</sup> L'ETS (SEQUE-UE en français), est le système d'échange de quotas d'émission de l'UE. Les installations (très émettrices) tombant sous le régime ETS disposent d'incitations et d'objectifs particuliers de réduction des émissions de GES.

Au 3<sup>ème</sup> trimestre 2023, l'électrique a représenté 24,68% des ventes de voitures neuves au Luxembourg. Si l'on y ajoute les véhicules hybrides rechargeables, on dépasse même les 35%. Toutefois, il faut noter que cette dynamique est très majoritairement portée par les entreprises. En effet, les ventes à destination des particuliers ont tendance à stagner ces derniers mois. Au troisième trimestre 2023, 30,3% des voitures immatriculées par des personnes morales étaient électriques, contre seulement 15,4% pour les personnes physiques. Les incitations fiscales mises en place pour les véhicules en leasing semblent produire les effets attendus.

L'importance de ces incitants financiers ou fiscaux n'est plus à démontrer. En Norvège, ces instruments, associés à toute une série de dispositifs visant à faciliter la vie des utilisateurs de voitures électriques, ont contribué à faire de ce pays un exemple: plus de 8 voitures vendues sur 10 sont électriques. Le Luxembourg et les autres pays européens semblent engagés sur la même trajectoire, avec quelques années de retard.

## **La transition vers la voiture électrique est inéluctablement engagée**

Mais d'importants défis sont encore à relever pour accompagner cette transition. Le premier, crucial, concerne les infrastructures de charge publiques et surtout privées, véritable Talon d'Achille de la transition vers l'électrique aujourd'hui. Le réseau va devoir croître quantitativement et qualitativement au même rythme que la progression des ventes. Le second concerne la filière de production et de recyclage des batteries, avec des enjeux à la fois environnementaux et géostratégiques. Le troisième est d'ordre industriel, notamment pour les constructeurs et sous-traitants historiques, qui doivent transformer leurs outils de production et former leur personnel à ces nouvelles technologies. Enfin, il faudra redimensionner le réseau électrique pour l'adapter aux nouveaux besoins et achever la décarbonation de la production d'électricité pour minimiser l'impact environnemental de l'automobile.

Cette transition vers la voiture électrique n'est pas sans risque pour les acteurs économiques. Au Luxembourg, plusieurs dizaines de milliers d'emplois sont associés directement ou indirectement à l'automobile. Par ailleurs, de nombreuses entreprises disposent d'importantes flottes et utilisent l'automobile dans leurs processus de création de valeur.

Enfin, même si le report modal vers les transports en commun et les mobilités douces est un objectif prioritaire, la voiture reste le mode de déplacement le plus utilisé par les salariés pour se rendre quotidiennement sur leur lieu de travail. Tout l'enjeu est donc de permettre à ces acteurs économiques de participer à cette transition de manière proactive plutôt que de la subir. C'est le sens des recommandations formulées par la Chambre de Commerce dans cette publication.

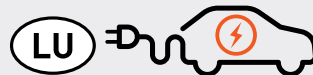


# Quelques chiffres clés



## 60,3%

Part des **émissions de gaz à effet de serre (GES) non-ETS<sup>1</sup>** du secteur des transports au Luxembourg en **2022** (voitures particulières et transport routier de fret et de personnes).



## 8,13%

Pourcentage de **voitures électriques (4,84%) et hybrides rechargeables (3,29%)** dans le parc automobile **fin octobre 2023**.

## 453.613

Nombre total de **voitures en circulation fin décembre 2023** au Luxembourg.



## 24,68%

Pourcentage de **nouvelles voitures 100% électriques** immatriculées au **3<sup>ème</sup> trimestre 2023**.



## 19,6%



Pourcentage des **voitures immatriculées qui ont moins de 2 ans** au Luxembourg, pour un âge moyen du parc automobile de **7,8 ans**.



## 30,3%

Part de **l'électrique** dans les nouvelles immatriculations par les **personnes morales** au **3<sup>ème</sup> trimestre 2023**, contre **15,4%** pour les **personnes physiques**.



## 49%

Part de **voitures électriques et hybrides rechargeables**

à atteindre dans le parc automobile luxembourgeois en **2030**, tel que fixé par le PNEC.



## 33,6%



Pourcentage de voitures en **leasing opérationnel** parmi les nouvelles immatriculations au Luxembourg à **fin octobre 2023**.

## 76,5%





Pourcentage de **voitures électriques** que les **personnes morales ont immatriculées** parmi toutes les voitures immatriculées au **3<sup>ème</sup> trimestre 2023**.





# Les 18 recommandations de la Chambre de Commerce en bref

L'ensemble des recommandations énumérées ici sont détaillées au chapitre 6.



## Sensibiliser et informer les utilisateurs et les entreprises

-  **#1** Organiser et soutenir des événements qui permettent des expériences directes et le partage de connaissances
-  **#2** Soutenir la location à court terme de voitures électriques

## Offrir des incitants fiscaux et des subventions à la hauteur des enjeux

-  **#3** Subventionner l'achat de voitures électriques d'occasion
-  **#4** Mettre en place un « super bonus d'exemplarité » pour les investissements combinés dans la voiture électrique et la production d'énergie renouvelable
-  **#5** Inscrire légalement les subventions existantes sur une durée plus longue afin de donner plus de visibilité aux consommateurs et aux entreprises
-  **#6** Rendre encore plus incitatif le leasing (privé et opérationnel) pour les véhicules électriques légers

## Des avantages pour utilisateurs de voitures électriques

-  **#7** Accorder la gratuité des parkings publics et du stationnement en voirie aux utilisateurs de voitures électriques, pour la première année d'utilisation
-  **#8** Autoriser à titre expérimental les véhicules électriques à circuler sur la future 3<sup>e</sup> voie de l'A3, laquelle sera dédiée aux bus et au covoiturage aux heures de pointe

## Un développement de l'infrastructure de charge qui doit être prêt pour répondre au développement croissant de l'électromobilité



**#9** Accélérer le déploiement du réseau de bornes de charge rapide (dites « DC »)



**#10** Mieux informer les entreprises, et en particulier les PME, sur les aides auxquelles elles peuvent prétendre pour installer des bornes de charge



**#11** Accompagner davantage les copropriétés dans le déploiement des bornes de charge



**#12** Établir des règles de priorisation de l'accès aux bornes publiques en cas de pic de demande à travers des solutions de gestion digitalisées

## La transition vers la voiture électrique, un vrai changement de paradigme qui présente de nouveaux défis et opportunités



**#13** Offrir des programmes de formation pour les professionnels du secteur de l'automobile



**#14** Saisir l'opportunité commerciale que présentent les bornes de charge



**#15** Prendre de l'avance sur la transition pour ne pas la subir



**#16** Élaborer et inscrire au niveau légal des critères de sécurité clairs à respecter par les entreprises au niveau de leurs flottes électriques

## Inciter à la soutenabilité et au report modal



**#17** Considérer la soutenabilité comme ligne directrice dans l'élaboration de nouvelles politiques publiques



**#18** Encourager le report modal vers les mobilités douces et les transports en commun



*Recommandation au Gouvernement*



*Recommandation aux entreprises*

**Pourquoi la transition vers  
la voiture électrique est-elle inéluctable?**



# I. Pourquoi la transition vers la voiture électrique est-elle inéluctable?

## 1.1 Contexte et objectifs

### 1.1.1 Vers des objectifs climatiques de plus en plus ambitieux

L'accélération du réchauffement climatique ces dernières décennies est aujourd'hui avérée et prouvée. Les études de plus en plus alarmantes du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) font état d'une hausse des températures moyennes mondiales de 1,1°C depuis la moyenne des températures entre 1861 et 1890. Au Luxembourg, cette hausse moyenne s'élève même à 1,5°C, avec des conséquences de plus en plus visibles sur notre planète.

Dans l'objectif de limiter le réchauffement climatique à 2°C par rapport aux niveaux préindustriels de 1900 – pour lequel 194 pays se sont engagés via l'accord de Paris résultant de la COP21 en 2015 – les émissions nettes de CO<sub>2</sub> doivent baisser de moitié d'ici 2030, et la neutralité carbone devra être atteinte d'ici 2050, selon le GIEC.

L'objectif de zéro émission nette en 2030 a été adopté par le Conseil européen fin 2019. S'en est suivie une série de stratégies, de législations et de réglementations par la Commission européenne, telles que la stratégie « **Pacte vert pour l'Europe** », la **loi européenne sur le climat** adoptée en juin 2021, ainsi que le paquet « **Fit for 55** » adopté en juillet 2021, ou encore le plan « *RePowerEU* » en 2022. Depuis, de nombreux objectifs ont été revus à la hausse. Plus récemment, lors de la COP28 à Dubaï fin 2023, les Nations Unies ont approuvé une feuille de route pour « s'éloigner (*transitioning away*) des combustibles fossiles », bien que certains espéraient une « élimination progressive (*phasing out*) ».

Au Luxembourg, pays se voulant ambitieux en matière de politique climatique, la **loi relative au climat**<sup>2</sup> a été adoptée en 2020, entérinant l'objectif de neutralité climatique d'ici 2050 au niveau national, ainsi que l'objectif intermédiaire pour 2030 d'une réduction des émissions de 55% par rapport à 2005 pour les secteurs non ETS. Cette loi s'accompagne d'un **Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC)** pour la période 2021-2030, dont le projet de mise à jour a été envoyé à la Commission européenne en août 2023, et qui contient les grands objectifs en matière d'énergies renouvelables, d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2030, ainsi que les politiques et mesures sectorielles pour atteindre ces objectifs climatiques.

<sup>2</sup> [Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat](#)

**Tableau 1 : Objectifs climatiques européens et luxembourgeois à l'horizon 2030 (entre parenthèses = avant révision des objectifs au niveau de l'Union européenne)**

	UNION EUROPÉENNE		LUXEMBOURG	
	OBJECTIF	RÉFÉRENCE	OBJECTIF	RÉFÉRENCE
Réduction d'émissions de GES totales	<b>-55%</b> (avant : - 40%)	1990		
Hors ETS	<b>-40%</b> (avant : -29%)	2005	<b>-55%<sup>5</sup></b> (-50% prescrit par l'UE pour le Luxembourg, avant : -40% prévu par l'UE)	2005
ETS <sup>3</sup>	<b>-62%</b> (avant : -43%)	2005		
Amélioration de l'efficacité énergétique (= réduction consommation d'énergie finale)	<b>-11,70%</b> (avant : -32,5%)	REF2020 <sup>6</sup>  REF2007 <sup>5</sup>	<b>-44%</b>  (avant : -40% à -44%)	REF2007 <sup>5</sup>  REF2007 <sup>5</sup>
Part d'énergies renouvelables <sup>7</sup>	<b>42,50%</b> (avant : 32% ; puis : 40%)		<b>35% à 37%</b> (avant : 23% à 25%)	

Mise en forme : Chambre de Commerce

3 L'ETS [SEQE-UE en français], est le système d'échange de quotas d'émission de l'UE. Les installations (très émettrices) tombant sous le régime ETS disposent d'incitations et objectifs particuliers de réduction des émissions de GES.

4 Améliorer l'efficacité énergétique d'un processus ou d'un produit revient à réduire sa consommation d'énergie pour obtenir le même « résultat final ». Cela peut avoir des avantages significatifs en termes de réduction des émissions de GES, d'utilisation des ressources naturelles et de coûts énergétiques.

5 Cet objectif a été subdivisé en objectifs climatiques sectoriels.

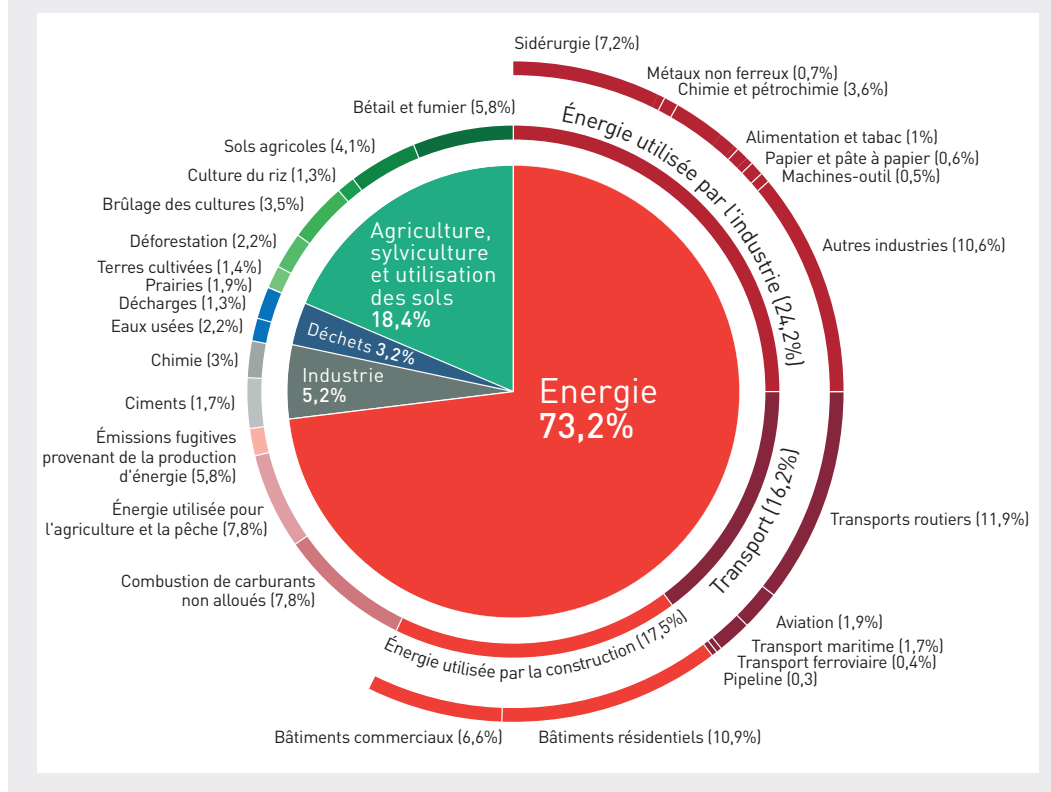
6 Les **objectifs en matière d'efficacité énergétique** sont calculés en fonction de projections faites par l'Union européenne en 2007 (REF 2007), respectivement en 2020 (REF 2020) en termes de consommation d'énergie prédite pour 2030 (EU PRIMES). Ainsi, par rapport aux projections faites pour 2030 en 2007 (sans changement de politique), le Luxembourg s'est fixé comme objectif de consommer 44% d'énergie finale en moins (revenant à un objectif de réduction de consommation finale d'énergie de 30% par rapport aux niveaux de 2005). À noter que la Commission européenne a établi une nouvelle référence « EU Reference Scenario 2020 » (REF2020) en juillet 2021, qui définit une nouvelle baseline pour l'année 2030, par rapport au scénario de référence « EU PRIMES 2007 » (REF2007).

7 **La part d'énergies renouvelables** est la consommation finale brute d'énergie produite à partir de sources renouvelables. Selon l'article 5 de la directive 2009/28/CE[3], elle est « [...] calculée comme étant la somme : a) de la consommation finale brute d'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables ; b) de la consommation finale brute d'énergie produite à partir de sources renouvelables pour le chauffage et le refroidissement ; et c) de la consommation finale d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans le secteur des transports. »

## 1.1.2 L'impact des transports sur le réchauffement climatique

Globalement, le secteur des transports exerce une influence significative sur le réchauffement climatique. En 2016, juste après la conclusion de l'Accord de Paris, le secteur des transports était le 4<sup>ème</sup> secteur le plus émetteur avec environ 16 % des émissions annuelles totales de GES, comme visible au **graphique 1**. Le transport routier représentait de loin la plus grande partie avec près de 12 %, tandis que l'aviation se situait en-dessous de 2 %.

**Graphique 1: Émissions mondiales de gaz à effet de serre par secteur (2016)**



Source : Climate Watch, the World Resources Institute (2020)

### 1.1.3 Au Luxembourg, le transport en première ligne des émissions de GES

Le secteur du transport (hors transport aérien, navigation) représentait **60,3% du total des émissions** de GES hors ETS en 2022<sup>8</sup>, contre 61,1% en 2021, soit le secteur le plus émetteur au Luxembourg. La part importante de carburant vendue aux non-résidents (frontaliers et personnes en transit tels que les bus, les transporteurs et les touristes), qui représente 72,7% du volume total de carburant vendu pour le transport routier au Luxembourg (cf. **graphique 2**), explique en partie ce pourcentage élevé, étant donné que **les émissions de GES sont allouées au pays dans lequel sont vendus les produits pétroliers**. À noter que le transport routier comptait en 2022 pour 69% du total de la consommation de carburant au Luxembourg.

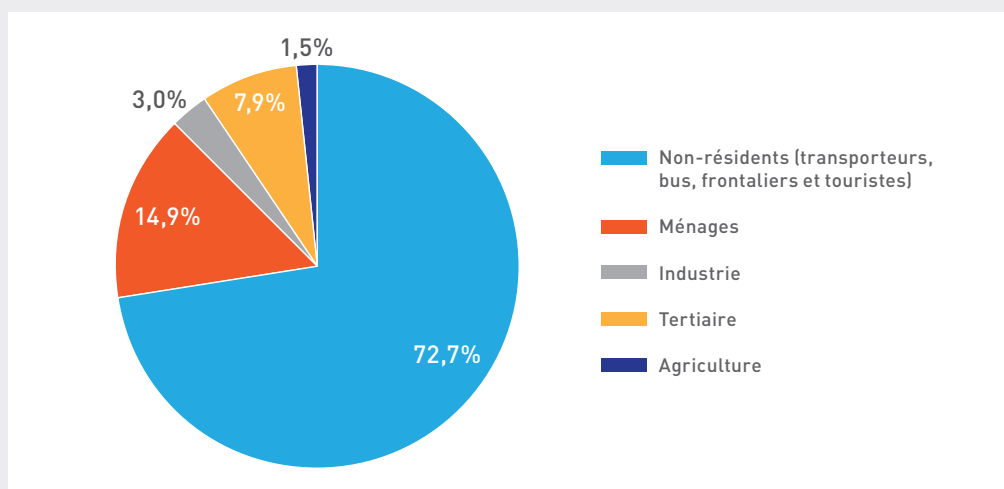
En analysant l'évolution de la consommation, et, par conséquent, des émissions liées au transport routier au Luxembourg, il est observé qu'**entre 2019 et 2022, la vente totale de carburants a diminué de 27,8%**.

Les secteurs économiques ont fortement réduit leur consommation sur cette période (-21,5% dans l'industrie, -9,5% dans le secteur tertiaire), notamment en raison de la crise sanitaire. Le secteur de l'agriculture a légèrement augmenté sa consommation sur la même période (+18,4%).

**La vente aux non-résidents a chuté de 35%**. Plusieurs facteurs peuvent expliquer la chute des ventes aux non-résidents, à commencer par l'introduction de la taxe CO<sub>2</sub> en 2021, dont la baisse de différentiel de prix du carburant avec les pays voisins a mené à une perte d'attractivité financière du Luxembourg par rapport à ces pays<sup>9</sup>. Un second facteur est le recours massif au télétravail durant la période de la crise sanitaire.

Dans le même temps, **la vente aux ménages résidents a augmenté de 15,6%**, principalement en raison d'un accroissement de la population.

**Graphique 2: Consommation de carburant du transport routier par mode de transport au Luxembourg en 2022**



Source : STATEC ; Mise en forme : Chambre de Commerce

<sup>8</sup> Selon les données provisoires de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en juillet 2023.

<sup>9</sup> Ce qui est le but recherché par le Gouvernement pour baisser ses émissions de GES.



### 1.1.4 L'efficacité énergétique via l'électrification de la mobilité : les objectifs climatiques pour le secteur du transport

Le potentiel de décarbonation du secteur du transport est encore élevé au Luxembourg. L'objectif fixé par le projet de mise à jour du PNEC en 2023 est de **réduire les émissions du pays de 62% d'ici 2030 par rapport à 2019**<sup>10</sup>.

Au-delà du développement des transports en commun et de la mobilité douce pour réduire le besoin de mobilité en voitures particulières de manière générale, le **Luxembourg** s'est fixé l'objectif très ambitieux d'**atteindre une part de 49% de voitures électriques et hybrides rechargeables**<sup>11</sup> dans son parc automobile d'ici 2030 (voitures privées, professionnelles ou en leasing opérationnel).

À noter qu'en octobre 2023, le parc automobile (voitures particulières et voitures à usage mixte) comptait 8,13% de voitures électriques et hybrides rechargeables (dont 4,82% de voitures 100% électriques)<sup>12</sup>. [Le chapitre 3](#) reviendra plus en détails sur les chiffres clés du parc automobile luxembourgeois et de son développement.

**Au niveau de l'Union européenne (UE)**, le cap est fixé : **aucune nouvelle voiture ou camionnette mise en circulation après 2035 ne pourra émettre de CO<sub>2</sub> en phase d'utilisation**. C'en sera donc terminé des moteurs thermiques. L'objectif étant de permettre au secteur du transport d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. À noter cependant que les véhicules thermiques existants pourront encore circuler, et être vendus sur le marché de l'occasion.

<sup>10</sup> La version initiale du PNEC en 2020 visait une réduction des émissions du secteur du transport de 50% entre 2019 et 2030.

<sup>11</sup> Les voitures « hybrides rechargeables » sont aussi connues sous le nom de « plug-in hybrides ».

<sup>12</sup> Ces chiffres se basent sur l'ensemble des voitures particulières et des voitures à usage mixte en circulation au Luxembourg (codes 5 et 6 du STATEC).

## 1.2 Le rôle de l'électromobilité dans l'atteinte des objectifs climatiques

### 1.2.1 Émissions de GES sur le cycle de vie d'une voiture : quelle différence entre électrique et thermique ?

Afin de comparer les émissions entre voitures thermiques et électriques, il s'agit d'analyser les **3 étapes de leur cycle de vie** : la fabrication, l'usage et la fin de vie.

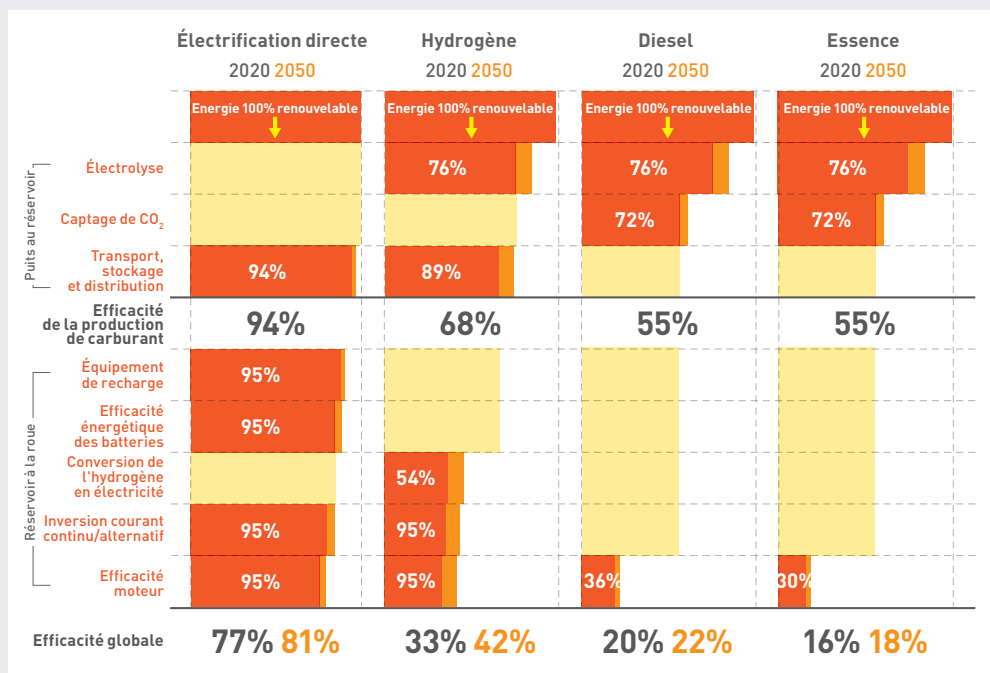
#### ÉTAPE 1 : LA FABRICATION

Les émissions liées à la production de voitures électriques sont aujourd'hui plus élevées que pour une voiture thermique. Raison principale : la batterie. Les progrès dans les technologies de production et l'utilisation croissante de matériaux recyclés permettent cependant de progressivement réduire l'empreinte carbone de cette étape, réduisant l'écart entre véhicules électriques et thermiques.

#### ÉTAPE 2 : L'UTILISATION

La voiture électrique l'emporte haut la main pour cette étape du cycle de vie. Tout d'abord, son efficacité énergétique est nettement supérieure à celle d'une voiture thermique. Pour ces dernières, entre 80 et 84 % de l'énergie est simplement perdue, impliquant une efficacité finale comprise entre 16 et 20 %, comme le montre le **graphique** suivant.

**Graphique 3: Efficacité des différents types de motorisation en 2020 et 2050**

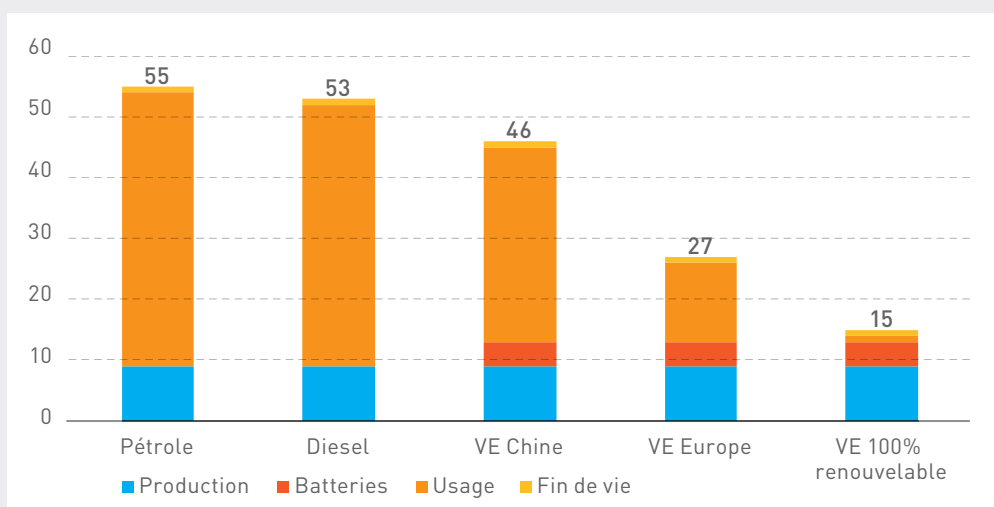


Source : Transport & Environment, Worldbank (2014), Apostolaki-Iosifidou et al. (2017), Peters et al. (2017), Larmanie et al. (2012), Umweltbundesamt (2019), National Research Council (2013, Ricardo Energy & Environment (2020), DOE, ACEA (2016)

Ainsi, pour une quantité fixe de voitures produites, une transition du véhicule thermique vers l'électrique réduirait drastiquement le besoin d'énergie du secteur du transport.

En plus de cela, les voitures thermiques libèrent directement des GES lors de la combustion de carburants fossiles, contrairement aux voitures électriques. Ces dernières émettent cependant indirectement des GES dans la production d'électricité. C'est à ce stade que le mix énergétique joue un rôle crucial. En effet, **le potentiel de réduction des émissions via les voitures électriques ne peut être pleinement exploité qu'en association avec les énergies décarbonées**. Ainsi, avec un mix énergétique dominé par les énergies fossiles tel qu'en Chine aujourd'hui (environ 82% provenant de pétrole, charbon et gaz), une voiture électrique n'émet qu'entre 13 et 16% de GES en moins qu'une voiture thermique sur son cycle de vie.<sup>13</sup> Si le mix énergétique était 100% décarboné, elle émettrait environ 73%<sup>14</sup> de moins, comme en atteste le **graphique 4**.

**Graphique 4: Impact en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> sur l'ensemble du cycle de vie d'une voiture (200.000 km parcourus), en fonction du type de motorisation et de la source de production de l'électricité (Tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



Source : evfootprint simulator, <https://evfootprint.org/simulator?country=us&vehicle1=electric-car&vehicle2=diesel>

Note : VE signifie voiture électrique

<sup>13</sup> En passant de 53 (respectivement 55) tonnes d'émissions équivalent CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2eq</sub>) pour une voiture thermique à 46 tCO<sub>2eq</sub> pour une voiture électrique circulant en Chine, où l'électricité est encore en majorité carbonée.

<sup>14</sup> En passant de 53 (respectivement 55) tCO<sub>2eq</sub> pour une voiture thermique à 15 tCO<sub>2eq</sub> pour une voiture électrique alimentée avec de l'électricité 100% renouvelable.

### ETAPE 3: LA FIN DE VIE

La fin de vie des voitures électriques pose des défis au niveau de la gestion des batteries. Cependant, grâce aux avancées en matière de recyclage des batteries et à la réutilisation des composants, l'empreinte carbone de cette phase diminue progressivement. Il est essentiel de recycler les matériaux contenus dans les batteries et de réduire les conséquences de leur extraction. Contrairement à une croyance répandue, les batteries Li-ion sont recyclables et **le marché du recyclage de batteries croît de façon exponentielle**. Ainsi, l'association de l'essor du recyclage de batteries et des progrès en termes de densité énergétique<sup>15</sup> offre une opportunité prometteuse. En effet, une voiture électrique produite en 2015 nécessitait plus de matières et donc une batterie plus grande qu'une voiture électrique produite en 2023 pour la même autonomie. Étant donné que la poursuite de ces progrès ne fait guère de doute, les batteries à venir requerront encore moins de matières premières et seront encore plus légères. **La production des batteries des voitures du futur pourrait entièrement reposer sur le recyclage des anciennes batteries**, diminuant considérablement la nécessité d'exploitation minière. Ainsi, pour éloigner le risque d'épuisement des matières premières, il est primordial de développer des circuits d'économie circulaire.

En résumé, l'analyse approfondie du cycle de vie des voitures électriques et thermiques démontre que, malgré des empreintes carbone distinctes à chaque étape, les véhicules électriques émettent moins de GES que leurs homologues thermiques, et que cet écart devrait s'accroître.

À l'heure actuelle, le parc automobile du Luxembourg compte plus de 450.000 véhicules. Si l'ensemble de cette flotte passait à une motorisation 100% électrique, alimentée exclusivement par des sources d'énergies décarbonées, les chiffres présentés ci-dessus suggèrent qu'une diminution de plus de 70% des émissions de GES pourrait être atteinte, correspondant à une baisse d'environ 18 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> sur un cycle de vie de 200.000 kilomètres parcourus par voiture. Pour les seules émissions directes en phase d'usage de la voiture, les gains potentiels sont importants. Sur la base d'un taux d'émission moyen communiqué par les constructeurs de 139 g/km pour une voiture thermique, un parc de 450.000 véhicules thermiques effectuant chacun 18.000 kilomètres par an émet actuellement 1,3 million de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit 10,8 % des émissions annuelles du pays.

## 1.2.2 La transition vers la voiture électrique : une inévitabilité économique impulsée et accélérée par les réglementations?

La transition vers la voiture électrique semble inévitable. Si la législation et les décisions politiques peuvent influencer sa rapidité, l'ensemble de l'industrie automobile devrait être amenée à passer au tout électrique pour des raisons purement économiques. L'inévitabilité découle de la convergence de plusieurs facteurs clés qui sont sur le point de rendre les voitures électriques non seulement compétitives, mais aussi financièrement plus avantageuses que les voitures thermiques.

### Les réglementations impulsent et accélèrent la transition

Les réglementations législatives jouent un rôle essentiel dans cette transformation, ainsi que dans son accélération. Les réglementations et les politiques gouvernementales, telles que les normes d'émissions, les interdictions de vente de nouveaux véhicules à moteur à combustion interne à partir de 2035, les hausses du prix du carbone et les autres instruments destinés à atteindre nos objectifs climatiques, incitent fortement les constructeurs automobiles à accélérer leurs initiatives en matière de véhicules électriques. Ces réglementations poussent de manière explicite et immédiate les constructeurs à investir dans la technologie et la production de véhicules électriques, qui doivent garantir leur conformité aux normes environnementales en constante évolution, afin d'éviter d'éventuelles sanctions.

<sup>15</sup> La densité énergétique d'une batterie mesure la quantité d'énergie qu'elle peut stocker. Ainsi, une densité énergétique plus élevée signifie qu'une batterie peut stocker plus d'énergie dans un espace ou avec un poids donné.

<sup>16</sup> China 6b est la norme d'émissions pour les véhicules en Chine, combinant les pratiques réglementaires des normes européennes et américaines tout en introduisant ses propres limites pour divers polluants. Parmi les normes d'émission les plus strictes au monde, elle vise à réduire considérablement les émissions des voitures particulières et des véhicules utilitaires du pays.

**Dans l'Union européenne, la vente de nouvelles voitures à moteur à combustion interne sera interdite à partir de 2035.** La Chine, acteur majeur de la transition vers les véhicules électriques, a commencé à mettre en œuvre les très ambitieuses normes d'émission China 6b<sup>16</sup> pour les véhicules depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2023, interdisant la production, l'importation et la vente de modèles qui ne sont pas conformes aux normes.

## **Les coûts des voitures électriques devraient poursuivre leur tendance à la baisse**

Alors que le coût d'utilisation d'un véhicule électrique est déjà nettement inférieur à celui d'un véhicule thermique, le prix d'achat des premiers est encore généralement plus élevé que celui des seconds. Cette situation devrait toutefois changer en raison de deux facteurs principaux.

### **1° La réduction des coûts de fabrication grâce à une production à grande échelle**

La mise à l'échelle de la production constitue l'un des moteurs principaux de la transition vers les véhicules électriques. La demande de véhicules électriques ne cessant de croître, les constructeurs automobiles investissent massivement dans la construction d'installations de fabrication à grande échelle de batteries. Cette production de masse de batteries fait mécaniquement baisser leur coût, selon un phénomène appelé « courbe d'apprentissage » (voir la section 3.1 pour plus d'informations). À chaque doublement de la production cumulée, le coût des batteries tend à baisser d'un pourcentage estimé entre 17% et 21%<sup>17</sup>, ce qui rend les voitures électriques de plus en plus abordables.

### **2° La réduction du coût de fabrication des batteries grâce aux avancées technologiques**

La technologie relative aux batteries s'améliore rapidement, ce qui permet de réduire les coûts de production. La recherche et le développement de la chimie des batteries et des processus de fabrication ont déjà permis de réduire considérablement les coûts. La poursuite des progrès, ainsi que la concurrence sur le marché des batteries, devraient continuer à faire baisser le coût des batteries des voitures électriques, les rendant ainsi plus accessibles aux consommateurs. Se posent toutefois les questions de la rareté des matières et de la dépendance entretenue à l'égard de la Chine, qui a la main sur cette ressource. Les progrès réalisés et envisagés en matière de recyclage des batteries ne constitueront qu'une réponse partielle à ces problématiques, lesquelles peuvent influencer grandement le prix des batteries dans les années à venir.

## **La baisse du coût des voitures électriques stimulera la demande et devrait inciter les constructeurs automobiles traditionnels à passer rapidement aux véhicules électriques**

La popularité croissante des voitures électriques représente une double menace pour les constructeurs automobiles traditionnels, qui produisent principalement des véhicules thermiques et dominent aujourd'hui encore les ventes de véhicules dans le monde. Tout d'abord, ils risquent de perdre des parts de marché au profit nouveaux acteurs émergents dans la vente de voitures électriques. Deuxièmement, la transition vers les voitures électriques risque de perturber la stabilité financière des constructeurs automobiles traditionnels. En effet, **nombre d'entre eux ne sont pas encore rentables** dans ce segment<sup>18</sup>, notamment par manque d'économies d'échelle, et **financent leurs efforts dans le domaine des voitures électriques grâce aux bénéfices générés par les ventes de voitures thermiques**. À mesure que les ventes de voitures électriques augmentent et que les prix diminuent, les ventes des voitures thermiques baissent, risquant même de perdre leurs économies d'échelle et donc de devenir moins profitables. Les constructeurs automobiles traditionnels n'ont donc pas le choix : ils doivent suivre la cadence de la transition et produire des véhicules électriques en masse et de façon rentable, au risque de voir leur part de marché et leur compétitivité diminuer de façon substantielle.

<sup>17</sup> Sources : 17% selon INET Oxford, et 21% selon BNEF.

<sup>18</sup> Ford, par exemple, deuxième producteur de véhicules électriques aux États-Unis, a perdu 36.000 dollars par véhicule électrique vendu au troisième trimestre 2023.

**À quoi ressemble  
le marché luxembourgeois  
de l'automobile ?**



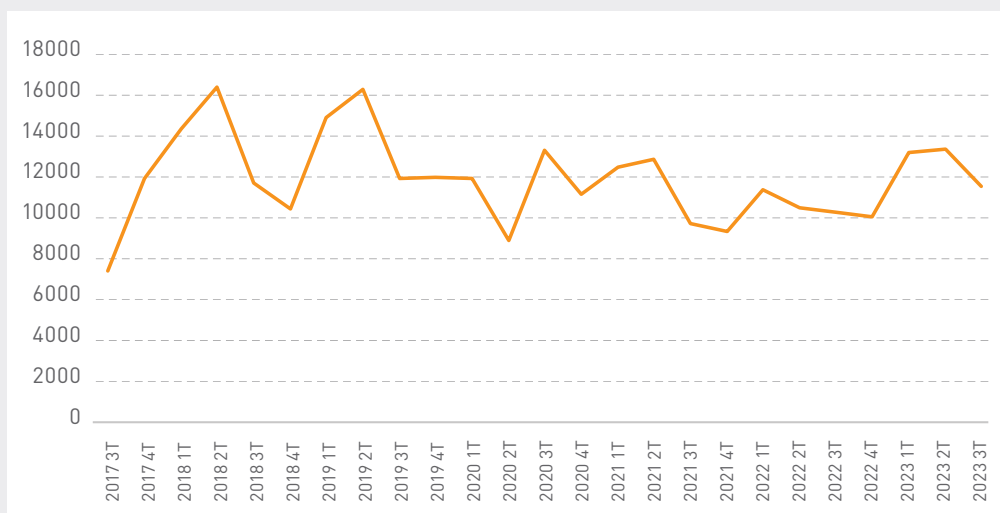
## II. À quoi ressemble le marché luxembourgeois de l'automobile?

### 2.1 Les particularités du marché luxembourgeois de l'automobile

Le parc automobile luxembourgeois comptait **453.646 voitures immatriculées<sup>19</sup> au 31 octobre 2023**. Le pays compte donc 0,69 voiture par habitant<sup>20</sup>, soit l'un des taux les plus élevés au monde. Ce chiffre est toutefois à analyser avec une grande prudence. Une partie importante des véhicules immatriculés au Luxembourg est en fait mise à disposition **de travailleurs frontaliers** qui résident en France, en Belgique ou en Allemagne.

Comme les autres marchés européens, **le marché luxembourgeois est à la peine** depuis quelques années. Alors que des pics à 16.000 nouvelles immatriculations par trimestre étaient enregistrés en 2018 ou 2019, la crise de 2020 passée, le nombre de nouvelles immatriculations semble aujourd'hui se stabiliser entre 10.000 et 14.000 nouvelles immatriculations par trimestre, comme l'illustre le **graphique 5**.

**Graphique 5: Évolution du nombre total de nouvelles immatriculations par trimestre au Luxembourg entre le 4<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023**



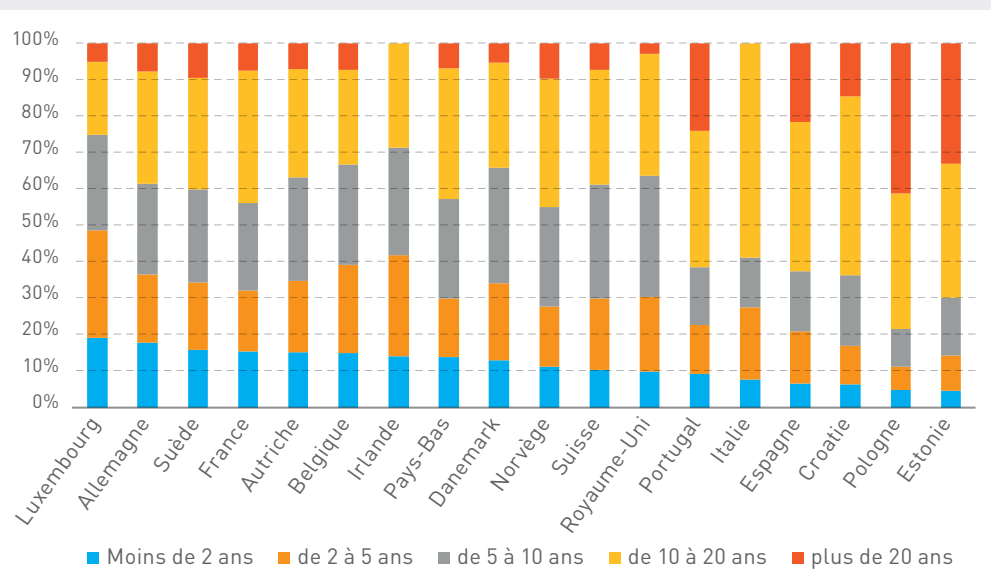
Source : Société nationale de circulation automobile (SNCA) ; Mise en forme : Chambre de Commerce

Le parc automobile affiche **un âge moyen de 7,8 ans**. Selon les données d'Eurostat, le Luxembourg est le pays européen qui compte proportionnellement le plus de voitures récentes dans son parc, puisque 19,6 % des voitures immatriculées ont moins de deux ans. Cette particularité est liée à **l'importance du leasing opérationnel** dans le marché de l'automobile luxembourgeois. En effet, de très nombreuses entreprises proposent à certains de leurs salariés un leasing opérationnel dans le package salarial. Les voitures en leasing opérationnel **représentent aujourd'hui 10,4 % du parc total**. Le leasing pèse particulièrement lourd dans les nouvelles immatriculations. Parmi toutes les voitures immatriculées **en 2022, 32,2 % sont des voitures en leasing opérationnel**. Ces voitures sont renouvelées très régulièrement. Fin octobre 2023, 76 % des véhicules en leasing avaient été immatriculés en 2021, 2022 ou 2023.

<sup>19</sup> Selon les données de la Société nationale de circulation automobile (SNCA). Ce nombre comprend uniquement les voitures particulières et les voitures à usage mixte en circulation au Luxembourg (codes 5 et 6 du STATEC).

<sup>20</sup> Pour une population résidente de 660.809 habitants au 1<sup>er</sup> janvier 2023, selon le STATEC.

## Graphique 6: Âge du parc automobile des véhicules particuliers par pays fin 2021



Source : Eurostat ; Mise en forme : Chambre de Commerce

Notons que selon les professionnels du secteur interrogés par la Chambre de Commerce, une grande majorité des véhicules en leasing opérationnel sont vendus à l'étranger à l'expiration du contrat de location. **Si le leasing opérationnel contribue grandement au renouvellement de la flotte de voitures au Luxembourg, il n'irrigue donc que très peu le marché national de l'occasion.**

À l'instar du marché mondial, le parc automobile luxembourgeois accueille **des véhicules de plus en plus lourds**. Le poids moyen des voitures immatriculées en 2003 et encore en circulation en 2023 est de 1.425 kg, celui des voitures immatriculées en 2013 est de 1.513 kg, alors que celles immatriculées en 2023 pèsent en moyenne 1.649 kg.

Notons aussi la large domination des **marques allemandes** sur le marché luxembourgeois. Ainsi, les cinq marques Volkswagen, Audi, BMW, Mercedes et Porsche ont totalisé 40,66% des nouvelles immatriculations enregistrées depuis août 2017. Elles représentent même 44,23% de l'ensemble du parc actuel.

Dernière particularité du parc automobile luxembourgeois: le nombre de **véhicules de collection** en circulation. Selon une définition communément admise, une voiture est considérée comme un véhicule de collection lorsqu'elle a plus de 30 ans. En juillet 2023, 11.537 voitures en circulation sont considérées comme des voitures de collection (2,54% du parc), soit une voiture de collection pour 55,8 habitants. À titre de comparaison, en France, selon les données de la Fédération française des véhicules d'époque, le pays compte une voiture de collection pour 84,6 habitants.



## 2.2 L'écosystème de l'automobile au Luxembourg

La transition vers la voiture électrique représente un enjeu important pour l'ensemble des acteurs de l'écosystème luxembourgeois : constructeurs et leurs sous-traitants, distributeurs, réparateurs, métiers de l'automobile... Il n'existe aucun recensement exhaustif des métiers qui peuvent être associés à l'automobile. Toutefois, il est possible d'établir une estimation avec quelques données et informations disponibles au Luxembourg.

Si aucune voiture n'est fabriquée ou assemblée au Luxembourg, l'industrie automobile a tout de même un poids important dans l'économie à travers les sous-traitants. Seulement 470 emplois sont comptabilisés dans le secteur « Industrie automobile » selon l'Inspection générale de la sécurité sociale (IGSS). Plusieurs entreprises sous-traitantes sont en fait rattachées à d'autres secteurs de la nomenclature comme la « Fabrication de produits en caoutchouc », la « Métallurgie », la « Fabrication de machines et équipements », ou encore la « Fabrication d'équipements électriques ». À ces sites industriels, il faut ajouter les centres de recherche implantés au Luxembourg. Ces entreprises sont regroupées au sein de l'ILEA – Industrie luxembourgeoise des équipementiers de l'Automobile (fédération rattachée à la Fedil), qui revendique 9.000 salariés et un chiffre d'affaires annuel supérieur à 1,5 milliard d'euros.

Côté distribution et réparation, l'IGSS recense 7.650 emplois dans la catégorie « Commerce et réparation d'automobile et de motocycles ».

Il faut comptabiliser aussi les métiers liés à l'automobile : chauffeurs de taxis, VTC, coursiers, dont le nombre est difficilement estimable, mais qui amène vraisemblablement le total des emplois directs au-dessus de la barre des 20.000.

À cela s'ajoute les emplois induits, très nombreux dans l'industrie (sous-traitants, transport...) - un peu moins dans les services. Ce sont donc plusieurs dizaines de milliers d'emplois qui sont associés directement ou indirectement à l'automobile au Luxembourg. **Autant d'emplois qui vont être impactés de façon plus ou moins intense par la transition vers la voiture électrique.** À titre d'exemple, rien que pour l'entretien des voitures, qui est beaucoup moins exigeant pour une voiture électrique, les pertes de chiffre d'affaires prévisibles pour les entreprises concernées sont considérables.

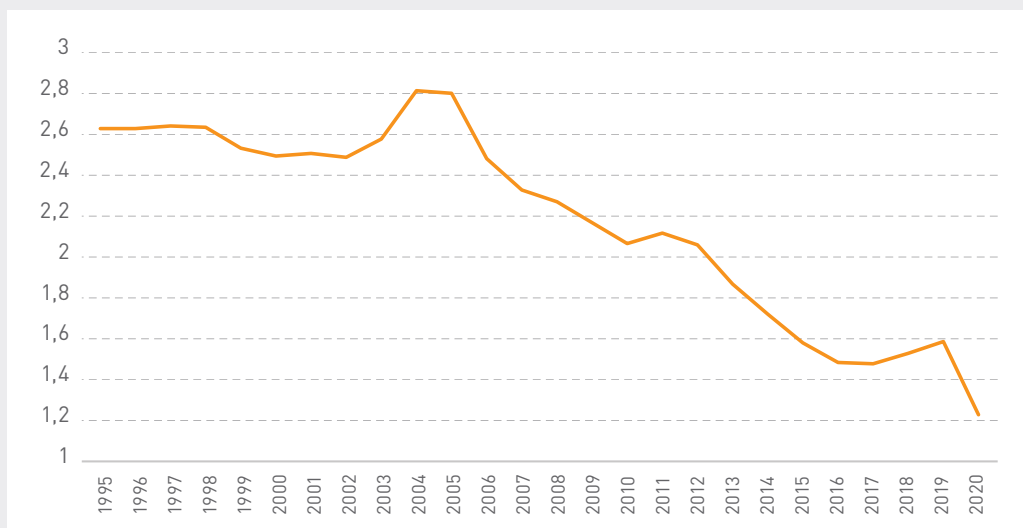
### Encadré 1 - La diminution de la vente de carburant, un enjeu pour les recettes de l'État

**Les recettes fiscales liées à la vente de produits pétroliers, dopées par ce qui est improprement qualifié de « tourisme à la pompe », pèsent lourd dans le budget de l'État. Plusieurs types de recettes sont liés à la vente de carburant :**

- les droits d'accises communs perçus dans le cadre de la Convention instituant une Union Economique entre la Belgique et le Luxembourg,
- les droits d'accises autonomes,
- la contribution sociale alimentant le fonds pour l'emploi, et
- la taxe CO<sub>2</sub> qui inclut depuis 2021 la contribution au changement climatique.

Dans le budget pour 2023, les recettes prévisionnelles pour ces différentes taxes et accises liées au carburant sont de 931 millions d'euros, hors TVA, soit 4,3% du total des recettes fiscales attendues. Cette proportion a eu tendance à baisser au cours des dernières années, du fait de l'augmentation des autres recettes fiscales de l'État qui a accompagné la croissance économique. **Aujourd'hui, les recettes des différentes taxes et accises sur le carburant (hors TVA) représentent 1,2% du PIB** alors que c'était 1,4 point de plus au milieu des années 1990. La vente de carburant a donc proportionnellement perdu de l'importance dans l'économie nationale.

### Graphique 7: Accises et taxes sur le carburant en % du PIB au Luxembourg (hors TVA)



Source: Commission européenne

Néanmoins, avec l'interdiction de la vente de moteurs thermiques dans l'Union européenne dès 2035, et l'électrification progressive du parc automobile, **ces recettes vont inexorablement baisser dans les prochaines années.**

Dès lors, **il apparaît important de se préparer dès à présent à cette perspective, en adaptant progressivement la fiscalité.** Alors que ces taxes et accises sont aujourd'hui en partie payées par des agents économiques étrangers en transit, il serait fort dommageable de compenser ce manque à gagner par un impôt qui serait vraisemblablement à la seule charge des agents économiques nationaux. Par ailleurs, il serait illusoire de miser sur la recherche d'une nouvelle « niche ». La Chambre de Commerce considère donc que pour anticiper cette baisse de recettes, la réduction des dépenses publiques est la seule voie possible.

## Où en est la transition vers l'électrique?



# III. Où en est la transition vers l'électrique ?

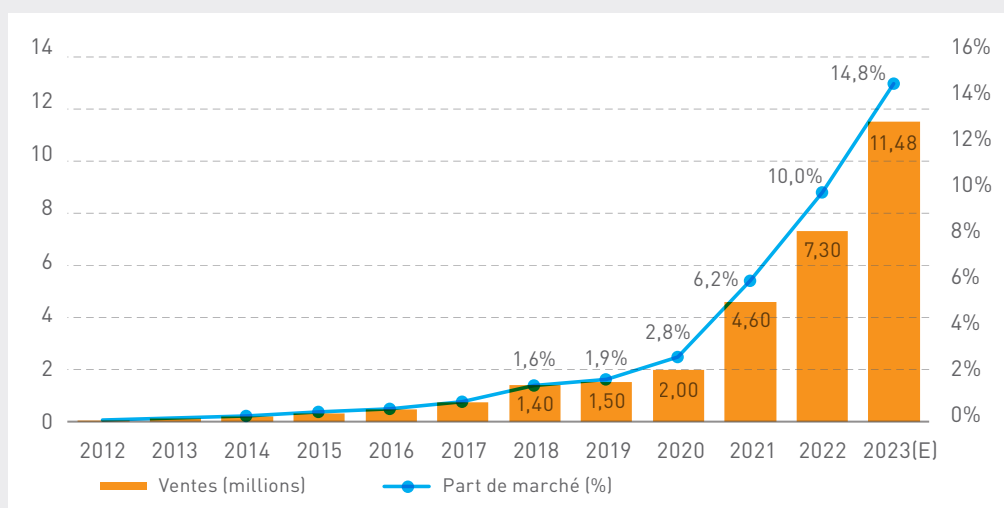
## 3.1 Au niveau mondial

Comme le montre le **graphique 8**, les **ventes de voitures électriques** connaissent une croissance exponentielle dans le monde. Il est noté une **accélération très claire depuis 2020, passant de 2,8% de parts de marché<sup>21</sup> à 10% en seulement deux ans**. Ce rythme semble s'être encore intensifié en 2023, et selon l'Agence Internationale de l'Énergie (IEA), **elles atteindraient près de 15% de part de marché en 2023**.

Le leader mondial est la **Norvège** avec plus de 80% de parts de marché en 2023 et ayant déjà dépassé la moyenne globale de 2022 en 2014.

La **Chine** quant à elle est l'étoile montante des voitures électriques, passant de 4,7% de parts de marché en 2020 à 21,6% en 2022. Il est estimé que cette part de marché dépassera les 33% en 2023.

**Graphique 8: Évolution mondiale des ventes et de la part de marché des véhicules électriques depuis 2012**



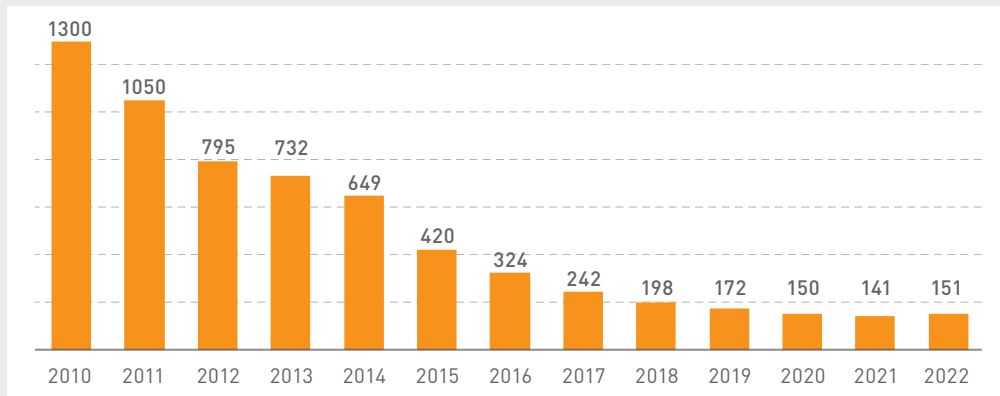
Source: International Energy Agency; Mise en forme: Chambre de Commerce

Note: E pour « estimé »

L'évolution du coût des batteries, qui représente une grande partie des coûts de production des véhicules électriques, a contribué à l'adoption de voitures électriques. **Le prix des batteries a chuté de 88% entre 2010 et 2022** (cf. **graphique 9**), **rendant les voitures électriques plus abordables**.

<sup>21</sup> La part de marché fait référence au pourcentage des nouvelles immatriculations. Une part de marché de 2,8% veut dire que 2,8% des voitures vendues étaient 100% électriques.

### Graphique 9: Évolution du prix des packs de batteries<sup>22</sup> lithium-ion (USD/kWh réels de 2022)

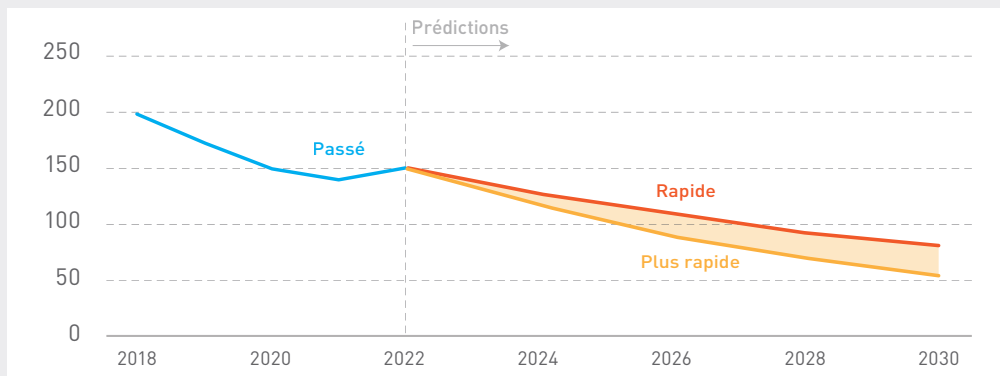


Source : BNEF Electric Vehicle Outlook 2023 ; Mise en forme : Chambre de Commerce

En raison de la situation conjoncturelle et géopolitique incertaine, le prix des batteries a cependant augmenté en 2022 et 2023, mais cela ne devrait être qu'une tendance à court terme. L'ingénieur américain Theodore Paul Wright, qui a développé le modèle d'évolution des coûts de production, dit «Wright's Law<sup>23</sup>» (aussi appelé la «courbe d'apprentissage»), explique que « nous apprenons en faisant » et que le coût de chaque unité produite diminue de façon constante et prévisible en fonction du nombre cumulé d'unités produites.

Cette observation s'applique également aux véhicules électriques et à leurs batteries. À mesure que de plus en plus de batteries sont fabriquées, la courbe d'apprentissage entre en jeu. Les fabricants obtiennent des informations sur les processus de fabrication les plus efficaces, les technologies, les optimisations de la chaîne d'approvisionnement et les améliorations de la conception. Le Rocky Mountain Institute (RMI), un centre de recherche et d'études américain sur l'énergie, estime que les coûts diminueront d'ici 2030 entre 60 et 90 USD par kWh, ce qui représente environ la moitié de la moyenne de 2022 de 151 USD par kWh.

### Graphique 10: Évolution estimée du coût des packs de batteries lithium-ion d'ici 2030 (USD/kWh réels de 2022)



Source : BNEF (données passées), RMI (données futures)

22 Un **pack de batterie** est un ensemble structuré de batteries individuelles, connectées en série et/ou en parallèle, pour fournir l'énergie électrique requise pour une application spécifique. Ces packs intègrent souvent des systèmes de gestion de batterie pour surveiller, contrôler et optimiser la charge, la décharge et la sécurité des batteries incluses.

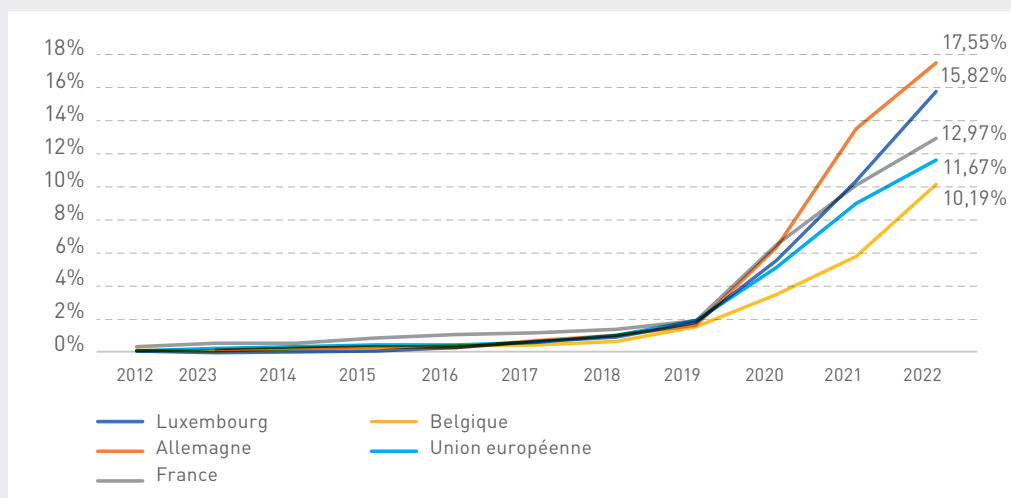
23 <https://ark-invest.com/wrights-law/>

Alors **quelles sont les implications d'une telle évolution du prix des batteries sur le prix des véhicules électriques ?** Tony Seba, chercheur en technologie et prospectiviste, qui avait correctement prédit cette évolution des coûts dès 2014 dans son livre *Clean Disruption*, estime que le prix d'achat d'un véhicule électrique avec une autonomie de 320 kilomètres pourrait baisser jusqu'à un prix d'entrée de 5.000 USD d'ici la fin de la décennie.

### 3.2 Au niveau européen

**L'Union européenne est légèrement en avance sur la moyenne globale**, avec des véhicules électriques qui représentent 11,7% des nouvelles immatriculations en 2022, comparé à 10% mondialement (cf. **graphique 11**). Parmi nos voisins, l'Allemagne a une petite avance, suivie de près par le Luxembourg. La France se situe très proche de la moyenne de l'Union Européenne (UE), tandis que la Belgique est en léger retard. Dans l'ensemble, entre janvier et octobre 2023, la part de marché des voitures électriques dans l'UE était de 14% (22% au Luxembourg)<sup>24</sup>.

**Graphique 11: Évolution de la part de marché des voitures électriques dans les nouvelles immatriculations au Luxembourg, dans les pays voisins et dans l'Union européenne**



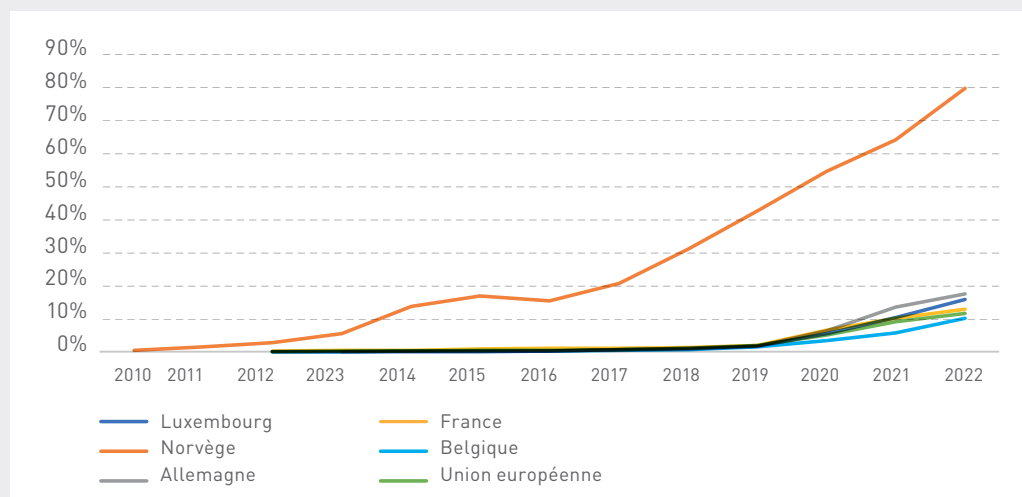
Source : International Energy Agency ; Mise en forme : Chambre de Commerce

24 Source : European Automobile Manufacturers' Association (ACEA)

## Encadré 2 - Le cas de la Norvège

Le cas de la Norvège est intéressant à étudier, car ce pays est le champion du monde de la voiture électrique. En 2022, les voitures électriques y ont représenté près de **80% des nouvelles immatriculations**. Il est surtout à noter qu'à partir de 2017, le pays a enregistré une progression des ventes de voiture électrique très dynamique. Selon le conseil d'information sur la circulation routière (OFV), **87%** de toutes les nouvelles immatriculations de voitures en Norvège étaient des voitures électriques **en septembre 2023**.

### Graphique 12: Évolution de la part de marché des véhicules électriques dans les immatriculations de voitures neuves en Norvège en comparaison avec d'autres pays européens



Source : International Energy Agency; Mise en forme : Chambre de Commerce

Le pays s'est donné un **objectif ambitieux : interdire la vente de moteurs thermiques dès 2025**. La croissance rapide des ventes de voitures électriques a contribué à moderniser considérablement le parc automobile.

**Pour parvenir à convaincre les automobilistes d'acheter des voitures électriques, les autorités ont misé sur différents instruments incitatifs<sup>25</sup>:**

- Une exonération de la taxe d'immatriculation ;
- une exonération de la TVA (à 25% sur les voitures) sur les achats de véhicules électriques ;
- une réduction d'au moins 50% sur les tarifs de stationnement, de ferrys et de péages autoroutiers ou urbains, accordée aux utilisateurs de voitures électriques.

25 Source : OCDE, Évolution des incitations à l'usage de véhicules à émission nulle en Norvège

**En 2022, 20% des voitures en circulation étaient électriques en Norvège** (contre 4,24% au Luxembourg). D'après les projections des autorités, le nombre de voitures à émissions nulles pourrait atteindre 1,25 million en 2030 (contre 225.000 sans incitations). Cela représenterait 44,5% du parc automobile actuel.

Si elle a eu des effets spectaculaires, cette **politique incitative a été très coûteuse**. Selon l'OCDE, la seule exonération de TVA a coûté près d'1 milliard d'euros (11,3 milliards de couronnes norvégiennes (NOK)) en 2022. Ce manque de recettes a impacté négativement le financement des infrastructures de transport public. Depuis début 2023, les autorités norvégiennes ont ainsi révisé les dispositifs incitatifs pour en amoindrir le coût. Désormais, l'exonération totale de TVA ne concerne que les voitures de moins de 48.000 euros. Pour les voitures plus coûteuses, la TVA s'applique sur la part du prix dépassant ce plafond.

Cette politique a permis d'amorcer une dynamique, qui a elle-même stimulé l'implantation de bornes de charge, et donc favorisé un cadre propice à l'implantation durable de cette technologie. Selon l'analyse de l'OCDE, « *[[le marché des véhicules électriques arrivant à maturité, réduire progressivement leurs incitations fiscales relève du bon sens économique]* ».

Cette politique a également permis au pays de réduire fortement ses émissions de gaz à effet de serre liées au transport. D'après les projections nationales, elles devraient diminuer de près d'un tiers entre 2019 et 2030.

Notons que ces résultats ont été obtenus dans un pays qui présente pourtant des caractéristiques géographiques *a priori* défavorables au développement des véhicules électriques: hivers très rigoureux avec des températures susceptibles de réduire l'autonomie des batteries, densité de population très faible qui rend plus complexe le déploiement d'une infrastructure de charge... L'effort culturel consenti par un pays restant un important producteur de pétrole est exceptionnel.



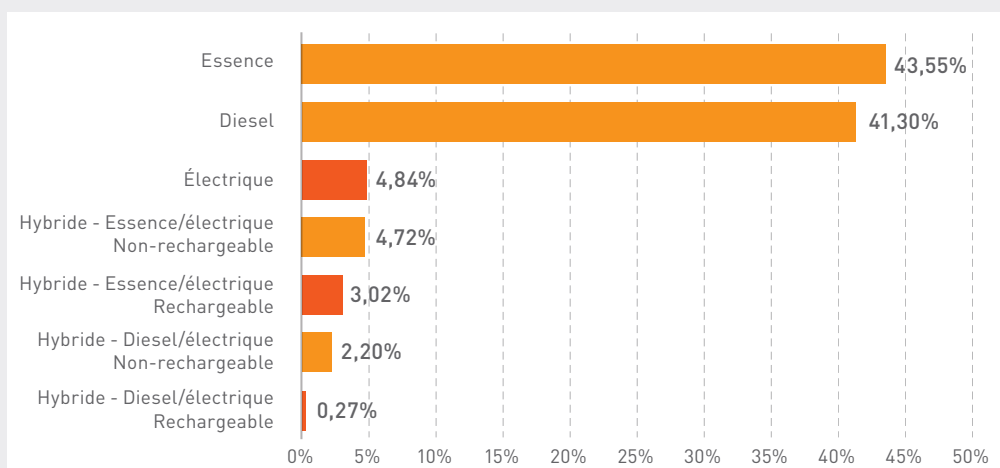
## 3.3 Au niveau luxembourgeois

### 3.3.1 Le parc automobile luxembourgeois actuel

Sur les **453.646 voitures en circulation au Luxembourg**<sup>26</sup> en octobre 2023, 43,55% étaient équipées d'un moteur à essence et 41,30% d'un moteur diesel. Les **moteurs thermiques** représentent donc encore l'immense majorité du parc, avec près de **85% du parc total**.

Seuls 4,84% des moteurs sont 100% électriques. Si la part de voitures électriques reste faible, celle-ci progresse toutefois vite. Fin 2022, les moteurs électriques ne représentaient que 3,26% du parc, contre 1,81% en 2021 et 0,93% en 2020. L'accélération des ventes de véhicules électriques observée ces dernières années devrait continuer à élargir cette proportion. Les hybrides non-rechargeables (essence ou diesel) représentent 6,92%, tandis que les hybrides rechargeables comptent pour 3,29% du parc total (cf. **graphique 13**). Ainsi, **le parc automobile du Luxembourg est composé à 8,13% de voitures électriques et hybrides rechargeables en octobre 2023, comparé aux 49% visés pour 2030**.

**Graphique 13: Répartition du parc automobile par type de motorisation au Luxembourg fin octobre 2023** (total = 100%)



Source : SNCA; Mise en forme : Chambre de Commerce

Note : prise en compte des voitures particulières et des voitures à usage mixte (codes 5 et 6 de la SNCA)

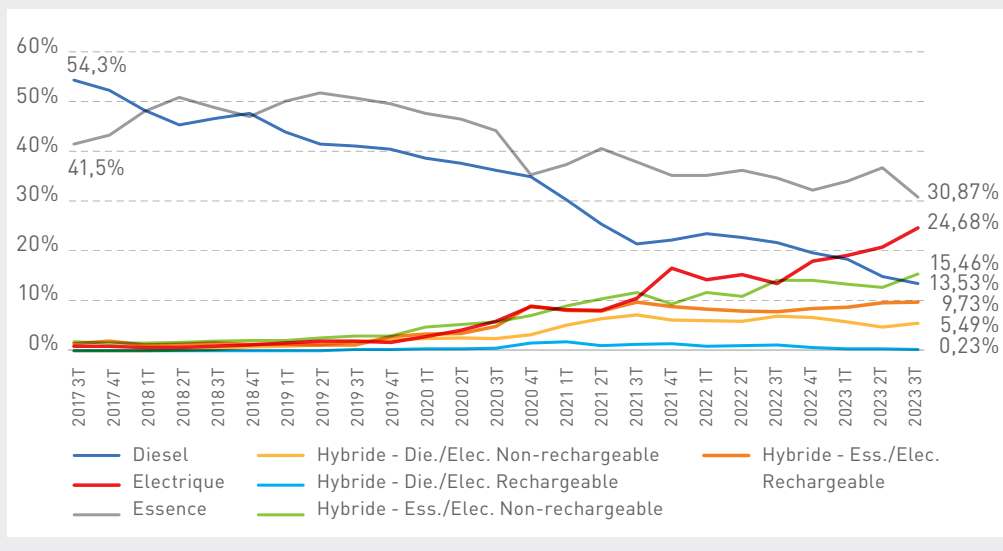
<sup>26</sup> Ce total comporte uniquement les voitures particulières et les voitures à usage mixte en circulation au Luxembourg (codes 5 et 6 de la STATEC).

### 3.3.2 Évolution de l'électromobilité au Luxembourg depuis fin 2017

Marginales jusqu'en 2020, les ventes de voitures électriques ont augmenté rapidement depuis, jusqu'à dépasser les 24,68% de nouvelles immatriculations au troisième trimestre 2023. En ajoutant les motorisations hybrides rechargeables, la part de marché est même très proche des 35% (34,68%).

En quelques années, le marché a subi d'importantes mutations, en raison de la demande grandissante de moteurs plus propres. Comme visible au **graphique 14**, **il y a 6 ans, les motorisations diesel représentaient encore 54,35% des nouvelles immatriculations. Au troisième trimestre 2023, elles n'étaient plus que 13,53%**. Dans le même temps, la part de marché des voitures essence a connu une légère baisse, sauf si on y ajoute les voitures hybrides essence non-rechargeables, lesquelles représentent aujourd'hui 15,46% des nouvelles immatriculations. Ainsi, **les moteurs électriques et hybrides ont essentiellement pris des parts de marché aux véhicules diesel**.

**Graphique 14: Évolution des parts de marché des nouvelles immatriculations par type de motorisation au Luxembourg** (entre le 3<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023)

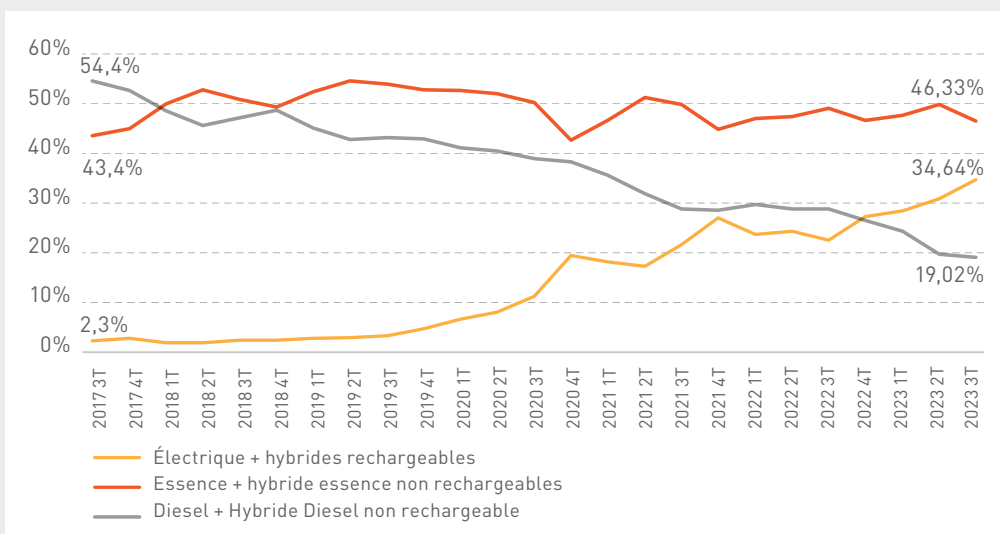


Source: SNCA; Mise en forme: Chambre de Commerce

En assimilant les moteurs hybrides non-rechargeables aux moteurs thermiques et les moteurs hybrides rechargeables aux moteurs électriques, le **graphique 15** montre que **la stagnation de la famille des moteurs «essence» se confirme, comme le déclin du diesel et la progression de l'électrique.**

### Graphique 15: Évolution des nouvelles immatriculations par catégorie de motorisation au Luxembourg

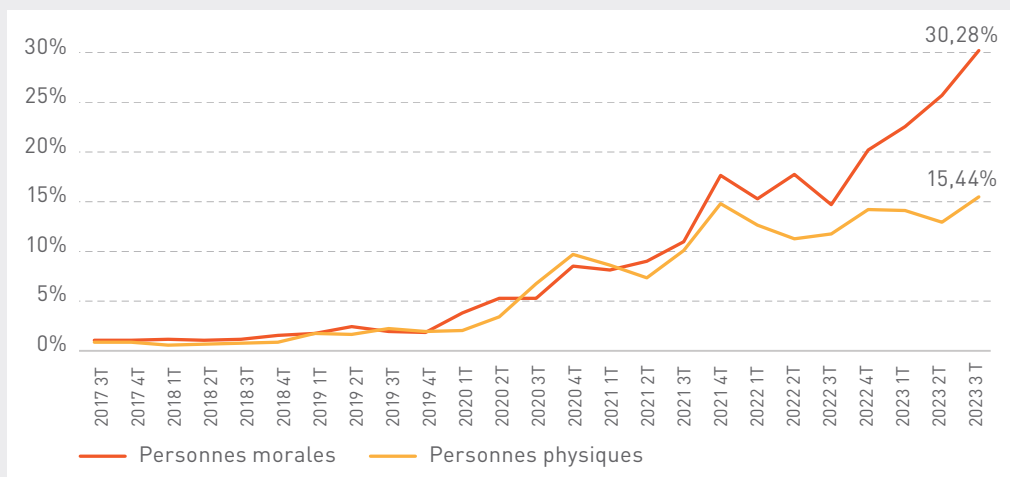
(entre le 3<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023)



Source: SNCA; Calculs et mise en forme: Chambre de Commerce

Les entreprises jouent un rôle prépondérant dans l'électrification du parc. **Parmi toutes les voitures électriques immatriculées au troisième trimestre 2023, 76,5% l'ont été par des personnes morales.** On observe d'ailleurs que la part de l'électrique dans les nouvelles immatriculations progresse de manière beaucoup plus dynamique chez les personnes morales que chez les personnes physiques. Comme visible au **graphique 16, les moteurs électriques représentaient 30,3% des nouvelles immatriculations réalisées par les personnes morales au troisième trimestre 2023** (contre 15,4% par les personnes physiques).

**Graphique 16: Évolution de la part de l'électrique dans les nouvelles immatriculations selon le type d'acquéreur au Luxembourg** (entre le 3<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023)



Source : SNCA; Calculs et mise en forme : Chambre de Commerce

Cette tendance peut principalement s'expliquer par deux facteurs.

Le premier facteur concerne l'évolution des barèmes fiscaux concernant l'avantage en nature des véhicules de société. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022, le montant mensuel de l'avantage en nature qui s'ajoute au salaire brut mensuel pour calculer le montant des cotisations et des impôts est égal à 0,5% ou 0,6% (en fonction de la consommation électrique de la voiture) pour un véhicule électrique, alors qu'il peut monter jusqu'à 1,8% pour un véhicule thermique très polluant. Cette politique a donc produit les effets recherchés.

Dès 2025, la règle évoluera encore, puisque le taux pour les véhicules électriques devrait passer à 1% ou 1,2% selon la consommation du véhicule, alors qu'il sera de 2% pour toutes les autres motorisations.

Le deuxième facteur concerne l'approche environnementale et volontaire des entreprises qui cherchent à réduire leur empreinte carbone. Depuis presque 10 ans, un grand nombre d'entre elles ont instauré des limites d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les voitures destinées à leurs employés. Selon les professionnels du secteur interrogés par la Chambre de Commerce, certaines entreprises ont même décidé de conditionner l'octroi d'un leasing au choix d'une voiture 100% électrique.

Le leasing opérationnel contribue fortement à cette dynamique. **Parmi les véhicules électriques aujourd'hui en circulation au Luxembourg, 47,03% sont associés à un contrat de leasing.**

**Le parc professionnel est donc plus avancé que le parc particulier dans la transition vers l'électromobilité.**

Le parc électrique présente aussi des singularités. Alors que les cinq grandes marques allemandes (Audi, BMW, Mercedes, Porsche et Volkswagen) représentent plus de 42% du parc total, leur part de marché cumulée dans le parc 100% électrique ne dépasse pas les 23,34%. Ce sont d'autres marques - Tesla (16,53% des voitures électriques en circulation) et Fiat (9,86%) - qui sont les principaux acteurs de l'électrique au Luxembourg. Et alors que les voitures vendues sont de plus en plus lourdes, il est intéressant de noter que le modèle le plus représenté dans le parc électrique actuel est la Fiat 500e. Au Luxembourg, près d'une voiture électrique sur dix en circulation en est une.

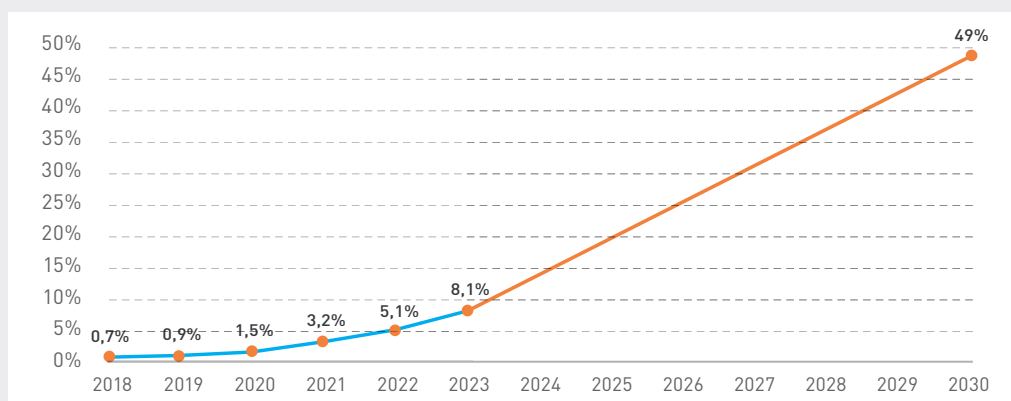
En outre, les voitures électriques en circulation disposent d'une autonomie moyenne de 418 kilomètres. Le masse à vide est de 1.803 kg en moyenne, un poids élevé, qui s'explique par la masse importante des batteries. Sans surprise, l'âge moyen du parc de véhicules électriques n'est que de deux ans.

### 3.3.3 Un objectif 2030 qui va nécessiter une forte accélération des ventes

Au Luxembourg, l'objectif national est d'atteindre une part de **49% de véhicules électriques ou hybrides rechargeables dans le parc automobile total à l'horizon 2030**. Fin octobre 2023, cette part s'élevait à **8,13%**.

Pour atteindre cet objectif, la part de voitures électriques va donc devoir progresser beaucoup plus vite que ce qui a été observé ces dernières années, voire même ces derniers mois. En prenant l'hypothèse (certes très improbable) d'une croissance linéaire du parc à partir d'aujourd'hui (cf. **graphique 17**), il faudrait que les voitures électriques et hybrides rechargeables composent environ 15% du parc dès 2024 (soit +6,87 points de pourcentage par rapport à octobre 2023), 25% en 2026, 35% en 2027 et 40% en 2028.

**Graphique 17: Évolution de la part des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans le parc automobile luxembourgeois depuis 2018 vs. objectif 2030**



Source : SNCA ; Calculs et mise en forme : Chambre de Commerce

Note : Pour 2023, il s'agit de l'état du parc fin octobre 2023

Quelques projections<sup>27</sup> permettent de comprendre l'intensité de l'accélération nécessaire (et difficilement réalisable) pour atteindre cet objectif :

- **SCÉNARIO 1** : il faudrait que dès 2024, puis chaque année consécutive, **30.000 nouveaux véhicules électriques ou hybrides rechargeables soient immatriculés au Luxembourg** (soit 71% des immatriculations enregistrées en 2022) et qu'aucun véhicule électrique ou hybride rechargeable ne sorte du parc. Ce qui impliquerait que tous les véhicules électriques actuellement en circulation soient remis en vente sur le marché luxembourgeois de l'occasion.
- **SCÉNARIO 2** : il faudrait que dès 2024, 100% du parc de leasing opérationnel soit électrique ou hybride rechargeable (contre 35,6% fin octobre 2023). Parallèlement, il faudrait qu'en plus, 22.000 voitures électriques ou hybrides rechargeables supplémentaires soient nouvellement immatriculées chaque année parmi le parc de véhicules particuliers.

Pour mémoire, seuls 10.238 véhicules électriques ou hybrides rechargeables ont été immatriculés au Luxembourg en 2022. **Mais l'accélération des nouvelles immatriculations a commencé en 2023, 15.853 voitures électriques et hybrides rechargeables neuves ont été immatriculées au Luxembourg, soit 54,84% de plus qu'en 2022.**

<sup>27</sup> Les scénarios ont été élaborés avec les hypothèses suivantes :

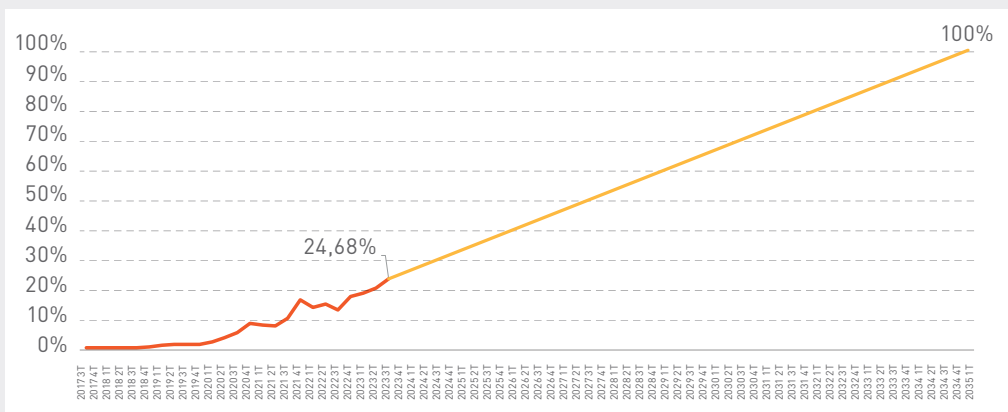
- Évolution du parc de manière linéaire selon la trajectoire observée de 2019 à 2022 : parc estimé à 499.309 unités en 2030.
- Aucun véhicule électrique ne sortirait du parc. Chaque véhicule électrique revendu le serait donc au Luxembourg.
- Progression du volume de leasing opérationnel selon la tendance observée entre 2022 et 2023 (seules données disponibles) : parc de véhicules en leasing estimé à 83.397 unités en 2030.

### 3.3.4 L'échéance européenne de fin des ventes de nouvelles voitures thermiques en 2035 : le Luxembourg est-il prêt?

Selon le règlement (UE) 2023/851<sup>28</sup> en cours de transposition dans les pays membres, plus aucun moteur émettant du CO<sub>2</sub> ne pourra être commercialisé à partir de 2035 dans l'UE. De fait, ce sera la fin des moteurs thermiques alimentés avec des sources fossiles au profit des moteurs électriques principalement. **Il ne s'agit pas d'un objectif, mais bien d'une échéance.** Quoi qu'il arrive, sauf révision réglementaire d'ici là, plus aucun véhicule thermique neuf ne pourra être commercialisé après 2035. Il s'agit donc ici d'analyser la trajectoire de la courbe de ventes de voitures électriques pour déterminer si la croissance « naturelle » des ventes va suffire à conduire le Luxembourg vers le cap du 100 % d'électrique en 2035, ou si de nouvelles mesures incitatives doivent être mises en place.

Au troisième trimestre 2023, 24,68% des nouvelles voitures immatriculées étaient 100% électriques. **La dynamique de croissance observée ces dernières années laisse à penser que même avec une croissance des ventes relativement linéaire, on pourrait aboutir à 100% de voitures électriques en 2035** (cf. graphique 18).

**Graphique 18: Part des voitures électriques dans le total des nouvelles voitures immatriculées jusqu'au T3 2023 et trajectoire à suivre pour arriver à 100 % en 2035**



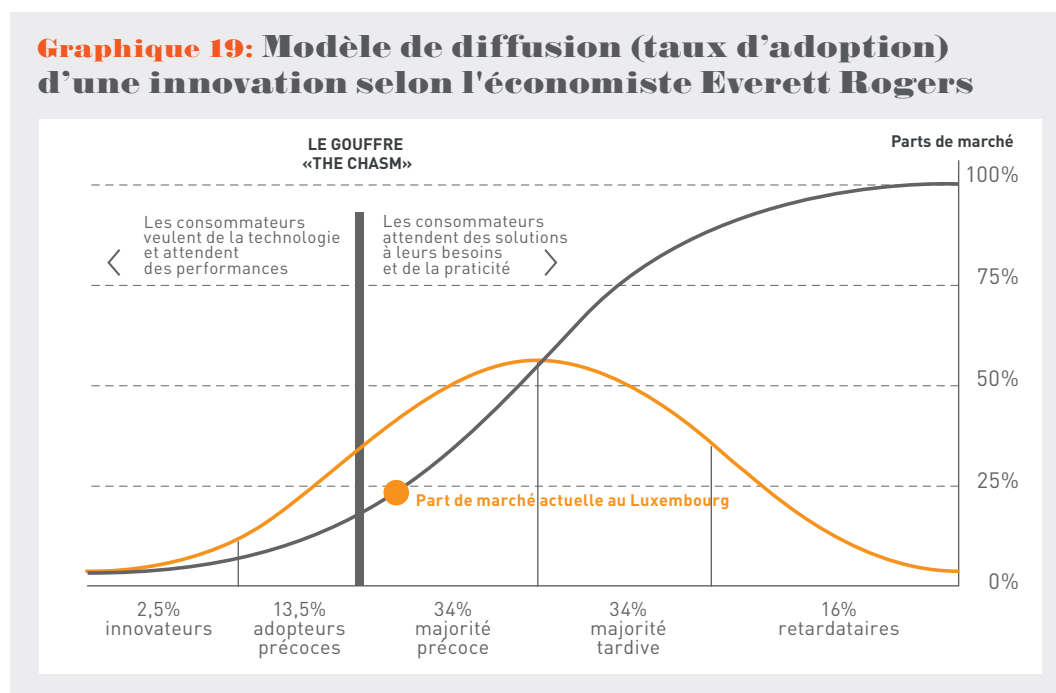
Source : SNCA ; Calculs et mise en forme : Chambre de Commerce

Toutefois, il est très improbable que la croissance du nombre de véhicules électriques vendus au Luxembourg dans les prochaines années soit linéaire. En effet, l'économiste Everett Rogers a caractérisé le modèle de diffusion des innovations et a démontré **que le taux d'adoption d'une innovation suit généralement une courbe en S**. Selon Rogers, il y aurait cinq profils-types parmi les usagers :

- les innovateurs,
- les adopteurs précoces,
- la majorité précoce,
- la majorité tardive et
- les retardataires.

<sup>28</sup> [Règlement \(UE\) 2023/851 du Parlement européen et du Conseil du 19 avril 2023 modifiant le règlement \(UE\) 2019/631 en ce qui concerne le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs conformément à l'ambition accrue de l'Union en matière de climat, adopté par le Conseil de l'UE le 28 mars 2023](#)

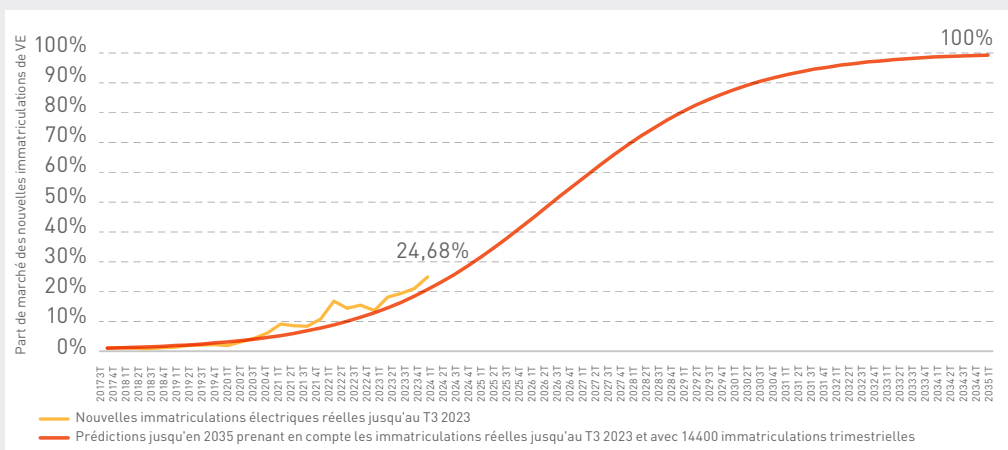
Pendant cette phase d'adoption, il existe un moment appelé « le gouffre », qui représente le passage d'un marché de niche à un marché de masse, tel que montré au **graphique 19**.



Source : Modèle selon Everett Rogers

Si ce modèle de croissance devait être celui des véhicules électriques au Luxembourg, il serait alors pertinent de positionner le stade de diffusion de l'innovation juste après ce «gouffre», selon les estimations de la Chambre de Commerce. En effet, la prédiction au **graphique 20** est obtenue en appliquant le modèle de la «S-Curve» (modèle de Verhulst) aux ventes de voitures électriques au Luxembourg, et en prenant l'hypothèse très simplifiée de 14.400 nouvelles immatriculations par trimestre (correspondant environ à la moyenne trimestrielle entre T1 2021 et T3 2023).

## Graphique 20: Parts de marché réelles des nouvelles immatriculations de voitures électriques entre T3 2017 et T3 2023, et prédictions d'évolution par trimestre jusqu'au T1 2035



Données: SNCA, Mise en forme et prédictions: Chambre de Commerce

Note: Prédictions faites en appliquant une fonction de courbe logistique issue du modèle de Verhulst de la forme  $f(t) = \frac{K}{1 + a * \exp^{-rt}}$ , avec K étant la capacité maximale (objectif), a étant le taux de variation, r étant la mesure de la décélération de la croissance et t la période (trimestre). La **courbe rouge** prédit les nouvelles immatriculations trimestrielles en indiquant au modèle voulant atteindre 14.400 nouvelles immatriculations de VE par trimestre (K).

Sur le **graphique 20**, la courbe jaune représente la progression trimestrielle du nombre de nouvelles immatriculations de voitures 100% électriques (VE) entre le 3<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023. Étant donné que les voitures thermiques ne seront plus commercialisées en Europe à partir de 2035, sauf à ce qu'une autre technologie n'émerge d'ici là, nous pouvons raisonnablement dire que toute nouvelle immatriculation de voitures individuelles à partir de cette date concernera des VE. En indiquant au modèle de Verhulst qu'on souhaite avoir environ 14.400 nouvelles immatriculations par trimestre, la courbe de prédiction (en rouge) indique que le nombre de nouvelles immatriculations dans les 4 à 5 années à venir devra continuer à drastiquement augmenter chaque trimestre, mais également que nous sommes sur la bonne voie pour atteindre 14.400 VE en 2035. Rappelons toutefois que la démographie étant fortement croissante au Luxembourg, le nombre de nouvelles immatriculations par trimestre pourrait être largement supérieur à 14.400 dans les prochaines années, sauf report modal majeur.

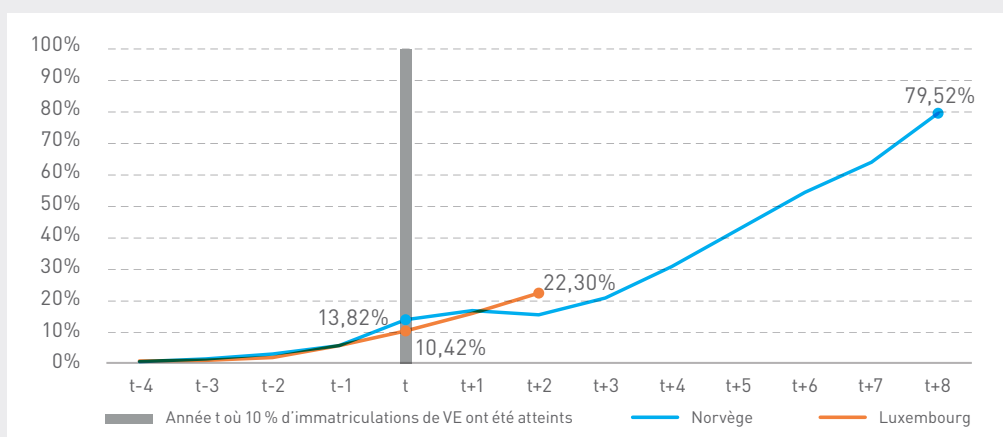
Les prédictions du **graphique 20** sont néanmoins à considérer avec grande prudence, et ont été élaborées avec des hypothèses très simplifiées. L'idée ici étant simplement de montrer l'intensité de la croissance nécessaire à l'électrification du parc automobile luxembourgeois d'ici 2035, si nous nous basons sur 14.400 nouvelles immatriculations par an, tout en prenant en compte les immatriculations réelles de VE jusqu'à aujourd'hui, et sachant que l'adoption de nouvelles technologies suit généralement une courbe en S telle que décrite au **graphique 19**.

Suivant le **graphique 19**, on peut raisonnablement anticiper une forte accélération des ventes dans les prochaines années, le Luxembourg se situant en phase de « majorité précoce » de la courbe. Les dernières données disponibles semblent confirmer cette hypothèse. **Au mois de décembre 2023, l'électrique a représenté 23,61% des ventes.**



Le nombre de nouvelles immatriculations de voitures électriques varie selon les pays, mais son évolution semble partout se caractériser par la même courbe de croissance en S. Au **graphique 21**, nous alignons les courbes d'évolution des nouvelles immatriculations de voitures 100 % électriques du Luxembourg et de la Norvège (leader mondial), à l'année où ces deux pays ont respectivement dépassé une part de marché des véhicules électriques de 10%. La similitude de la courbe est évidente. À partir de l'année où la Norvège a dépassé la barre des 10% de nouvelles immatriculations de voitures électriques (année t), elle a mis environ 8 ans à atteindre 80% de ces dernières. Si le Luxembourg continue à suivre une courbe similaire à celle de la Norvège et sachant qu'il a atteint ce seuil de 10% en 2021, atteindre 80% de part de marché avant la fin de la décennie pourrait être réalisable.

### **Graphique 21: Évolution des immatriculations de voitures électriques en Norvège et au Luxembourg alignée à la barre des 10%**



Sources : International Energy Agency ; Mise en forme : Chambre de Commerce

Notons toutefois que la voiture électrique est une innovation qui a des caractéristiques particulières. La dynamique de sa croissance dépend grandement de la vitesse de déploiement de l'infrastructure de charge, de l'attitude des consommateurs, ou encore du prix de ces nouvelles technologies, et donc des politiques mises en place par le Gouvernement. Le Luxembourg ne présente pas les mêmes caractéristiques que la Norvège, qui a notamment une plus grande part de sa population vivant en maison individuelle (cf. **graphique 22** et Encadré - Le cas de la Norvège).

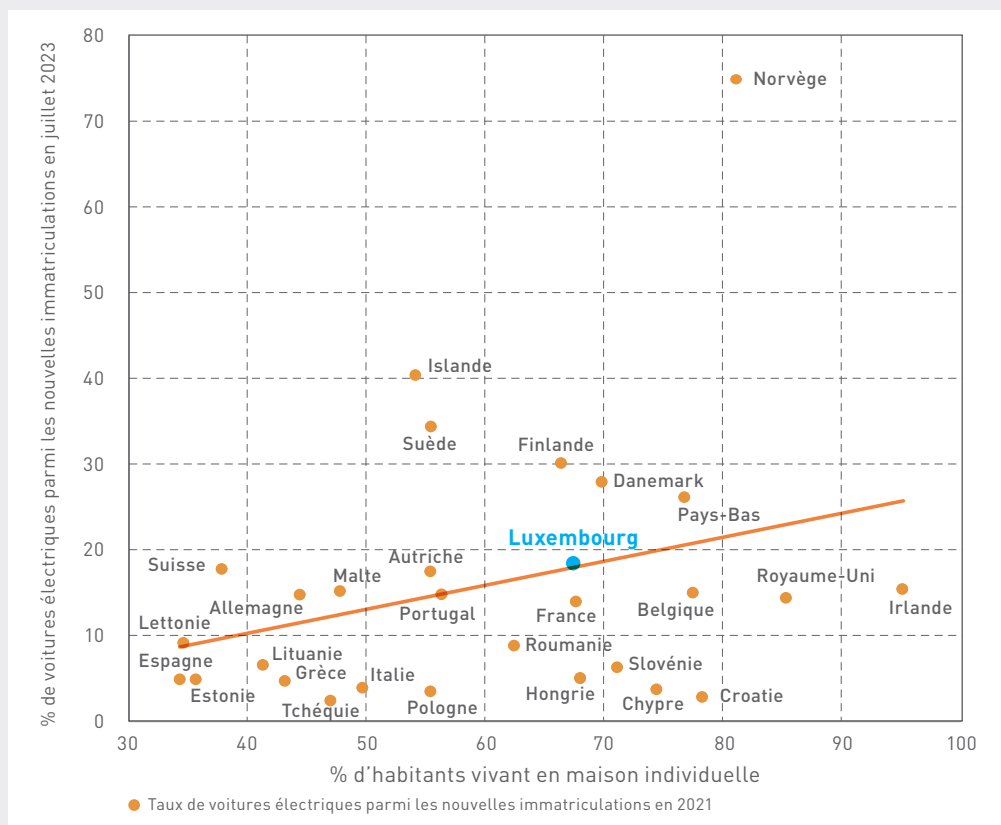
## 3.4 Infrastructure de charge au Luxembourg : état des lieux et perspectives

### 3.4.1 La charge à domicile en maison individuelle

Les détenteurs de voitures électriques habitent très majoritairement en maison individuelle, où il est plus facile d'installer une borne de charge, voire de charger sa voiture sur une simple prise secteur. Selon une enquête réalisée en 2022 par Enedis en France<sup>29</sup> (une telle enquête n'existant pas au Luxembourg), 92% des détenteurs de voitures électriques vivent en pavillon individuel. Et parmi eux, 88% effectuent principalement la charge de leur voiture à domicile. 56% des utilisateurs de voitures électriques vivant en maison individuelle effectuent la charge via une prise classique en charge lente. 30% utilisent une prise « renforcée » pour une charge moyenne et 14% utilisent une borne de charge rapide. **Pour la charge à domicile, la charge lente ou moyenne répond à une grande majorité des besoins.** D'ailleurs, 86% des répondants à l'enquête déclarent ne pas avoir augmenté la puissance de leur abonnement électrique pour charger leur véhicule.

Or, la typologie de l'habitat au Luxembourg est assez similaire à celle de la France. En France, 67,7% des habitants vivent en maison individuelle, contre 67,4% au Luxembourg<sup>30</sup>. En Europe, une corrélation est d'ailleurs observée (qui compte certes des exceptions notables) entre la typologie de l'habitat et la diffusion des véhicules électriques, comme le montre le **graphique 22**.

**Graphique 22 : Pourcentage des ventes de voitures électriques en fonction de la typologie de l'habitat par pays**



Source : Eurostat (habitat), European Alternative Fuel Observatory, Calculs et mise en forme : Chambre de Commerce

<sup>29</sup> Enquête comportementale auprès des détenteurs de véhicules électriques, Enedis, octobre 2022. Cette étude a été réalisée par téléphone du 19 mai au 2 juin 2022, auprès de plus de 1000 détenteurs de véhicules électriques ou hybrides.

<sup>30</sup> Source : Eurostat

**L'adoption de la voiture électrique est donc plus facile et plus rapide pour les foyers vivant en maison individuelle**, dans la mesure où les usagers ne rencontrent aucune difficulté à charger leur véhicule pour un usage quotidien. **Il est probable que les usagers potentiels vivant en appartement seront beaucoup plus difficiles à convertir.** À moins qu'une franche accélération dans le déploiement des bornes de charge publiques et des bornes de charge en copropriété ne soit encouragée.

### **3.4.2 La charge à domicile en habitat collectif**

Nettement moins aisée et représentant le talon d'Achille de la transition vers l'électrique, la charge à domicile en habitat collectif implique l'installation de bornes de charge à proximité des emplacements de stationnement de la copropriété. Leur installation nécessite d'ailleurs souvent l'accord de la copropriété, voire parfois le financement par la copropriété. Notons d'ailleurs que, selon l'enquête réalisée par Enedis en France, seuls 49% des utilisateurs de voitures électriques vivant en habitat collectif effectuent principalement la charge à domicile. Ces derniers ont donc tendance à utiliser davantage que les autres d'autres solutions de charge : les bornes publiques (36%) ou les bornes de charge au travail (13%).

**Au Luxembourg, il existe des dispositifs pour encourager les copropriétés à installer des bornes de charge, que ce soit via le cadre légal ou financier :**

- » La législation luxembourgeoise prévoit qu'un syndic de copropriété ne peut pas s'opposer sans motif sérieux et légitime à l'installation d'une borne de charge électrique au sein de la copropriété si la majorité des propriétaires souhaite en installer une.
- » Une copropriété peut bénéficier d'un financement de l'installation à hauteur de 1.650 euros par borne.
- » Les propriétaires ou locataires d'emplacements dans une résidence peuvent percevoir une avance de 450 euros pour le financement de travaux préparatoires à une future installation de borne de charge (installation d'un système collectif de gestion intelligent de charge, modification de l'installation électrique et du précâblage nécessaires pour intégrer une future borne dans un tel système collectif). Cette somme sera déduite de l'aide financière pour l'installation ultérieure d'une borne.

Restent cependant encore un certain nombre de difficultés techniques à lever afin de faciliter la mise en œuvre de bornes dans les copropriétés.

En effet, la disponibilité de la puissance énergétique peut s'avérer manquante et nécessiter des coûts importants de mise à niveau, de sorte qu'une forme de barrière tarifaire peut exister pour les *early adopters*.

De plus, la mise en place d'un système de facturation fiable est indispensable, de sorte que chaque copropriétaire ou habitant de l'immeuble paie sa propre consommation uniquement lorsqu'il utilise la borne, et que les autres ne soient pas pénalisés financièrement.

La mise en place d'un système collectif de gestion intelligent de charge est également primordiale dans une copropriété, afin que l'électricité consommée via la borne n'impacte pas la distribution d'électricité dans les habitations de la résidence.

### 3.4.3 Les bornes de charge publiques

Au Luxembourg, l'infrastructure de charge publique de base est appelée **Chargy**, d'une puissance de 22kW. Elle est installée et exploitée par les gestionnaires de réseau de distribution depuis 2016, et opérationnelle depuis juin 2017. **800 bornes de charge publiques seront installées via cette infrastructure**, dont la moitié sur les parkings relais et parkings de co-voiturage, et l'autre moitié sur les emplacements de stationnement publics respectivement les parkings publics dans les communes du pays. À ce jour, plus de 700 de ces bornes ont déjà été installées.

Parmi ces bornes, 88 bornes **SuperChargy** permettant une charge ultra rapide sont en cours d'installation sur 19 emplacements à travers le pays tels que des aires de services routières, autoroutières, ainsi que sur certains parkings Park & Ride (P+R), dont 12 sont déjà achevées. 29 de ces bornes permettront une charge à une puissance de 160kW, et 55 à une puissance de 350kW.

Sachant que chaque borne comporte plusieurs points de charge, **en septembre 2023, l'infrastructure Chargy et SuperChargy comptait 1.377 points de charge, auxquels s'ajoutent 162 points de charge Chargy OK**, qui sont des bornes investies par des tiers et accessibles au public.

Le Luxembourg se positionne 2<sup>ème</sup> au niveau européen en termes de nombre de points de charge publics par habitant, après les Pays-Bas. En 2022, il en comptait 308 pour 100.000 habitants. En septembre 2023, 98% des résidents se situaient à moins de 5 minutes en voiture d'une borne de charge AC (charge normale) accessible au public, et 90% à moins de 10 minutes en voiture d'une borne de charge DC (charge ultra rapide) accessible au public.

Avec les bornes de charge publiques **Chargy**, l'État, qui les a financées via les tarifs d'utilisation du réseau<sup>31</sup>, a initié le développement de l'infrastructure de charge au Luxembourg. Il ne peut toutefois pas prendre en charge tous les investissements nécessaires à l'ampleur de l'infrastructure à déployer pour répondre à l'électrification *in fine* totale du parc automobile.

Afin d'inciter les investissements privés en la matière, le Gouvernement a introduit en juillet 2022 un **régime d'aides un faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge**. Ainsi, toutes les entreprises souhaitant déployer l'infrastructure de charge accessible au public ou privées<sup>32</sup> **peuvent bénéficier d'aides financières attribuées à la suite d'appels d'offres**<sup>33</sup>.

Deux appels d'offres ont ainsi déjà été menés, un troisième était uniquement consacré aux infrastructures dédiées au véhicules utilitaires lourds, et **un quatrième a lieu du 1<sup>er</sup> décembre 2023 au 1<sup>er</sup> mars 2024**. **Les deux premiers appels d'offre ont permis de subventionner 918 bornes de charge, dont 690 bornes privées, 25 bornes semi-publiques et 203 bornes 100% accessibles au public**.

Au total, en septembre 2023, le Luxembourg comptait ainsi 1.990 points de charge accessibles au public d'une puissance de maximum 22kW, 66 points de charge rapide d'une puissance maximale de 50kW, et 103 points de charge d'une puissance supérieure à 150kW. Les deux premiers appels à projets tels que précités prévoient encore l'installation de 218 points de charge AC et 112 points de charge rapide DC additionnels dans les mois et années à venir.

#### Quelles exigences européennes pour les infrastructures de charge électrique réservées aux véhicules légers électriques ?

Le nouveau règlement européen «AFIR»<sup>34</sup>, qui entrera en vigueur en avril 2024, exige que chaque État membre s'assure de la mise en place d'une infrastructure de charge appropriée sur son territoire, notamment en installant, le long des axes principaux (autoroutes), une station de charge rapide au moins tous les 60 kilomètres, et ce, dans les deux sens de circulation.

31 En vertu de la législation nationale, l'infrastructure Chargy est considérée comme faisant partie du réseau électrique.

32 Via un projet d'installation d'un nombre de bornes apportant une capacité de charge d'au moins 175kW.

33 Ce régime d'aide prend en charge entre 30% et 50% de l'infrastructure de charge, et 60% du raccordement au réseau de l'infrastructure de charge. Le montant des subventions varie selon le degré d'accessibilité au public des bornes installées (elles peuvent être 100% accessibles au public, partiellement accessibles au public selon les heures et les jours, ou privées), et du nombre de points de charge par borne.

34 Règlement (UE) 2023/1804 du Parlement européen et du Conseil du 13 septembre 2023 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs.

**Quels sont les défis  
à relever?**



# IV. Quels sont les défis à relever ?

## 4.1 Les défis technologiques

**L**es avantages de la voiture électrique sont connus : réduction des émissions de GES, diminution de la dépendance aux combustibles fossiles, meilleure efficacité énergétique, baisse des nuisances sonores et particules fines<sup>35</sup>,... La voiture électrique doit cependant relever un certain nombre de défis technologiques pour avoir une chance d'être acceptée socialement et devenir plus compétitive que les voitures à moteurs thermiques.

Les principaux défis tournent autour des batteries et du besoin accru en électricité, qui devra être « verte » pour bénéficier pleinement des avantages précités.

### 4.1.1 Les enjeux de la batterie

#### » L'autonomie de la batterie

L'autonomie de la batterie est souvent mentionnée comme un frein psychologique important à l'adoption des véhicules électriques. Les utilisateurs craignent ne pas pouvoir faire de longs trajets et sont donc souvent réticents à passer à l'électrique. En réalité, l'autonomie des voitures électriques progresse chaque année pour atteindre désormais environ 450 km<sup>36</sup> en conditions mixtes réelles<sup>37</sup> pour les meilleures, une portée qui devrait satisfaire les utilisateurs se déplaçant dans la zone de la Grande Région.

#### » Le coût des batteries

La batterie représente la majorité du coût de fabrication, et donc d'achat des voitures électriques, et rend pour l'instant ces dernières plus chères à l'acquisition que les véhicules thermiques. Cependant, cette situation change rapidement. En effet, le prix des batteries lithium-ion a diminué de 97 % entre 1991 et 2018<sup>38</sup>. En 2018, une batterie de 75 kWh coûtait environ 12.000 euros. En 1991, cette même batterie aurait coûté plus d'un demi-million d'euros. Comme expliqué à la section 3.1, la « courbe d'apprentissage » nous permet de prévoir que le coût des batteries va continuer à considérablement diminuer, rendant ainsi les véhicules électriques beaucoup plus abordables dans le futur, à moins qu'une demande augmentant plus vite que l'offre de batteries n'entraîne des augmentations de coûts à court terme.

#### » La durée de vie des batteries

En moyenne, **la longévité des batteries de voitures électriques est aujourd'hui estimée entre 160.000 et 320.000 km<sup>38</sup>**. En réalité, ces chiffres pourraient même être sous-estimés : selon les données de Tesla, ses voitures ne perdent en moyenne que 12 % de leur capacité après 320.000 km<sup>40</sup>. Il est également important de comprendre que lorsqu'une batterie atteint sa fin de vie pour une voiture électrique, elle n'atteint pas pour autant nécessairement sa fin de vie tout court. En effet, les voitures électriques nécessitent une batterie très performante, et lorsque celle-ci n'est plus utilisable pour un véhicule électrique, elle possède encore 70 % à 80 % de sa capacité, et peut donc encore servir à d'autres fins, notamment au stockage d'énergie.

35 Selon une étude réalisée par l'Université de Harvard, la pollution due à la combustion de combustibles fossiles entraîne chaque année huit millions de décès prématurés à travers le monde. Cela représente un décès prématuré sur cinq dans le monde.

36 Source : ACL, « Voitures hybrides et électriques : Le guide de l'utilisateur »

37 C'est-à-dire à la fois en ville et sur de longues distances.

38 Source : OurWorldinData.org, Micah Ziegler and Jessika Trancik (2021)

39 Source : <https://blog.evbox.com/are-ev-batteries-recyclable>

40 Source : <https://www.tesla.com/impact>

## » La production durable des batteries

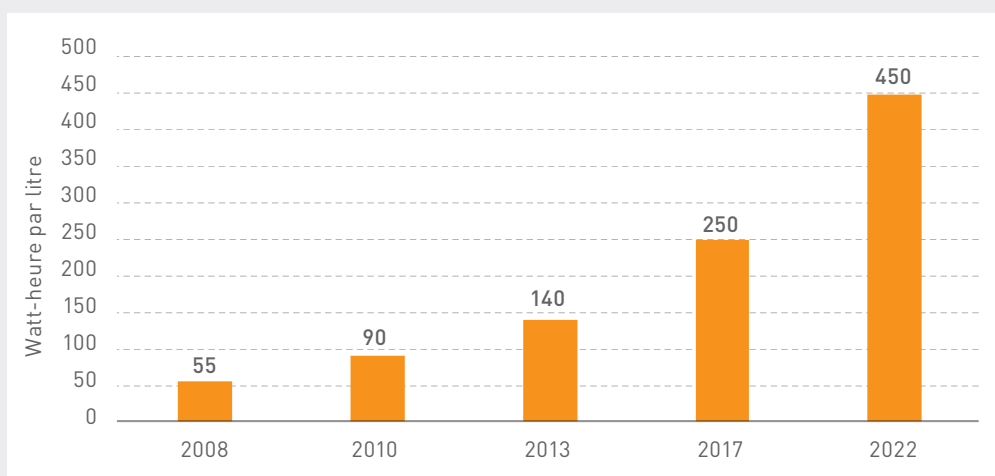
Les batteries sont encore très dépendantes de lithium, nickel et cobalt. Tandis que la disponibilité à moyen et long termes de ces ressources est débattue, des préoccupations existent quant aux conditions d'extraction de certains matériaux. En effet, près de deux tiers du cobalt mondial provient de la République Démocratique du Congo<sup>41</sup>, un des pays les plus pauvres du monde, où environ 30% du cobalt est issu de mines dites artisanales, avec peu de régulation et de protection.

Cependant, **de nouvelles avancées technologiques en Chine<sup>42</sup> proposent une alternative au nickel et au cobalt**, sous la forme de lithium-manganèse-fer-phosphate (LMFP). Cette forme de batterie, qui représente le futur selon l'expert renommé en batteries Jeff Dahn, pourrait en partie résoudre la dépendance au cobalt, diminuer la quantité de lithium par batterie (à travers l'ajout de manganèse), ainsi que drastiquement augmenter l'autonomie des batteries (jusqu'à 1.000 km supplémentaires) avec une meilleure densité énergétique<sup>43</sup> et donc aussi un prix plus faible.

## » Le recyclage des batteries

Si d'importants efforts doivent encore être entrepris, le potentiel de recyclage des batteries de voitures électriques est souvent sous-estimé. **80% à 95% des matériaux des batteries sont recyclables**, et ce marché est en plein essor. L'entreprise américaine Redwood prévoit par exemple de recycler suffisamment d'anode et de cathode pour un million de véhicules électriques par an d'ici 2025, et assez pour cinq millions d'ici 2030. En Chine, le marché du recyclage des batteries croît de façon exponentielle, le pays ayant recyclé 115.000 tonnes de batteries électriques usagées durant les cinq premiers mois de 2023, soit déjà plus que le total de 2022. Autre facteur important : la densité énergétique<sup>43</sup> des batteries ne cesse d'augmenter, ce qui veut dire que pour un même poids, les batteries contiennent de plus en plus d'énergie ou, inversement, qu'il faut des batteries de moins en moins grandes pour une même quantité d'énergie.

**Graphique 23: Évolution de la densité d'énergie des packs de batteries lithium-ion entre 2008 et 2020**



Source: [N. Muralidharan et al. \(2022\), Next-Generation Cobalt-Free Cathodes – A Prospective Solution to the Battery Industry's Cobalt Problem, Advanced Energy Materials](#)

41 Source : <https://www.abc.net.au/news/2022-02-24/cobalt-mining-in-the-congo-green-energy/100802588>

42 Source : <https://www.electrive.com/2023/05/22/gotien-high-tech-prepares-lmfp-cell-production/>

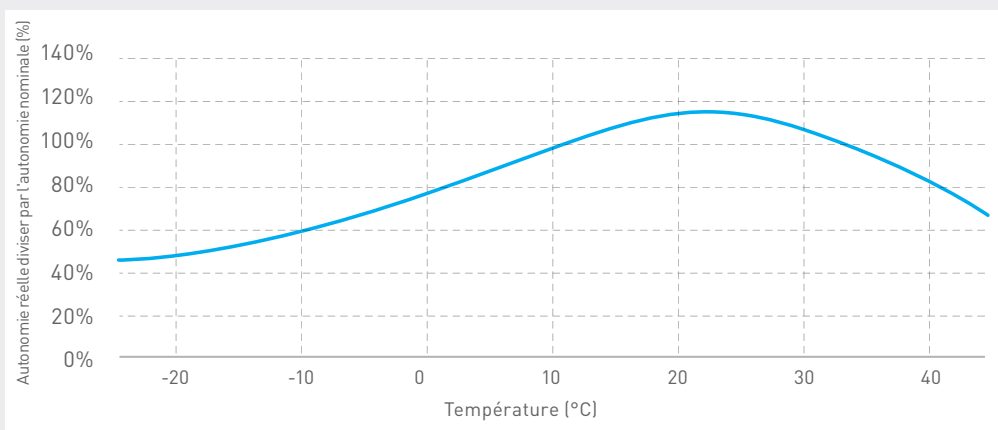
43 Une densité énergétique élevée signifie qu'une batterie peut stocker plus d'énergie pour un poids ou un volume donné, ce qui la rend plus efficace. Cela permet une plus grande autonomie pour les véhicules électriques sans augmenter de manière significative leur poids ou leur taille.

**La combinaison de l'essor du recyclage des batteries et des progrès en termes de densité énergétique présente une opportunité économique et environnementale.** En effet, une voiture électrique produite en 2015 nécessitait, pour une même performance, plus de matières, et donc une batterie plus grande qu'une voiture électrique produite en 2023. Admettant que ces progrès continuent, les batteries du futur nécessiteront moins de matières premières et seront ainsi plus légères. **Les batteries des voitures du futur ont donc le potentiel d'être entièrement produites à partir d'anciennes batteries, réduisant drastiquement l'exploitation des ressources.** Les voitures électriques ont ainsi un vrai potentiel d'économie circulaire.

### » La performance des batteries par temps froid

Bien que les températures, aussi bien froides que chaudes, aient un effet sur l'autonomie, les climats plus froids ont un impact plus important. En moyenne, ce sont surtout des températures inférieures à -10°C qui peuvent causer des problèmes au quotidien<sup>44</sup>. En effet, d'après les chiffres de Geotab, 21,5°C est la température idéale pour une batterie, tandis qu'à -15°C, les véhicules électriques ne bénéficient que de 54% de leur autonomie, ce qui signifie qu'une voiture dont l'autonomie indiquée est de 402 km ne pourra parcourir en moyenne que 217 km.

**Graphique 24: Performance des batteries selon la température extérieure**



Source : [www.geotab.com/fr/blog/impact-temperature-vehicules-electriques/](http://www.geotab.com/fr/blog/impact-temperature-vehicules-electriques/)

44 Source : [www.geotab.com/fr/blog/impact-temperature-vehicules-electriques/](http://www.geotab.com/fr/blog/impact-temperature-vehicules-electriques/)



## 4.1.2 L'intégration au réseau électrique

Le déploiement des voitures électriques engendre une demande accrue en électricité pour leur charge. La charge simultanée d'un certain nombre de véhicules électriques peut toutefois exercer une pression sur le réseau électrique local, en particulier aux heures de pointe.

**En intégrant intelligemment les véhicules électriques au réseau électrique, il est possible de créer une symbiose entre la mobilité électrique et la gestion de l'énergie, contribuant ainsi à la durabilité et à la stabilité du réseau. Cela peut passer par un certain nombre de solutions (liste non exhaustive) :**

### » Le stockage d'énergie et les véhicules comme ressources

Au-delà de consommer de l'électricité, les VE peuvent aussi servir à stocker de l'énergie. Grâce à des technologies telles que le V2G (Vehicle-to-Grid), les voitures sont capables de redistribuer l'électricité stockée dans leur batterie vers le réseau lors des pics de demande. Cette approche bidirectionnelle avec le réseau transforme les VE en acteurs clés pour l'équilibre énergétique. Elle pourrait également contribuer à lisser les variations de production d'énergie renouvelable, dont les sources comme l'éolien ou le solaire sont intermittentes.

### » La tarification dynamique de l'électricité pour gérer sa demande

Avec la tarification dynamique, les coûts de charge des VE peuvent varier en fonction différents facteurs. Par exemple, les tarifs pourraient être réduits pendant la nuit ou lorsque la production d'énergie renouvelable est élevée. Cela inciterait les utilisateurs de VE à charger leurs voitures pendant les heures creuses ou lorsque la production d'énergie renouvelable est abondante, aidant ainsi à équilibrer la charge sur le réseau électrique.

### » Les compteurs intelligents comme outil de gestion clé

Les technologies V2G ou encore la tarification dynamique nécessitent toutefois des compteurs intelligents pour être efficaces. Ces compteurs permettent une mesure précise de la consommation en temps réel, et peuvent envoyer et recevoir des données depuis et vers le réseau électrique (communication bidirectionnelle), permettant une meilleure gestion de la consommation et de la production d'énergie. Ces compteurs aident en outre à détecter et à signaler les problèmes sur le réseau (comme les pannes ou les surcharges) plus rapidement et efficacement, contribuant à une meilleure réactivité et maintenance du réseau. À terme, cet outil pourra fournir son plein potentiel avec le développement progressif de réseaux intelligents (*smart grids*) qui optimisent la production, la distribution et la consommation d'électricité à un niveau plus large.

Le Gouvernement a pris un certain nombre de dispositions pour accroître l'installation de compteurs intelligents, mais leur déploiement devra sans doute se faire à une échelle plus large pour garantir une réelle intégration des VE au réseau électrique.

À noter qu'une intégration intelligente réussie nécessite une coordination et une collaboration étroite entre tous les acteurs, à savoir les fournisseurs d'énergie, les fabricants de véhicules, le Gouvernement et les entreprises technologiques.

### 4.1.3 L'expérience de charge des batteries

La rapidité de la transition vers le véhicule électrique sera en partie déterminée par l'expérience de charge des batteries des consommateurs. En effet, plus l'exercice de charge de la batterie est facile, moins les consommateurs seront réticents à acheter un véhicule électrique. *A contrario*, plus il est compliqué de charger sa voiture, moins les conducteurs seront prêts à entièrement renoncer à la fiabilité du véhicule thermique et de son réseau de stations-services.

En plus du besoin évident d'agrandir le réseau de bornes de charge, ainsi que d'en garantir sa fiabilité, pour que les conducteurs aient de nombreuses options pour charger leur véhicule électrique, d'autres défis se présentent dans la poursuite d'une expérience de charge des batteries positive.

#### » La normalisation des connecteurs de charge

L'accès à un réseau de charge rapide, étendu, pratique et fiable est essentiel pour l'adoption à grande échelle des véhicules électriques. Pour cela, il est important que tout conducteur puisse avoir accès à un maximum de bornes différentes, peu importe quel véhicule est utilisé.

Ici, il serait intéressant d'apprendre des évolutions récentes sur le marché américain. Contrairement à l'Europe, qui a adopté le chargeur universel CCS, les États-Unis connaissent une compétition entre les normes de charge CCS (Combined Charging System) et NACS (North American Charging Standard). Alors que ces deux systèmes utilisent la même technologie, leurs connecteurs ne sont pas les mêmes, ce qui veut dire que certains véhicules électriques ne sont compatibles qu'avec l'un des deux. Si la norme CCS est plus largement répandue, les chargeurs NACS gagnent rapidement en importance grâce à la grande fiabilité du réseau de *Superchargers* de Tesla. Alors que la vaste majorité des marques de véhicules électriques utilisent jusqu'à présent la norme CCS, de plus en plus d'entre elles décident de rendre leurs véhicules compatibles avec le chargeur NACS pour offrir à leurs clients une meilleure expérience de charge.

Même si l'Europe a évité ce problème en adoptant la norme CCS, l'exemple des États-Unis montre l'importance d'adopter une approche qui soutient une adoption à grande échelle, plutôt que de s'engager sur deux voies différentes avant de finalement revenir en arrière.

#### » Le temps de charge

Le temps de charge des véhicules électriques reste pour l'instant une inquiétude pour beaucoup de conducteurs et il dépend notamment de la puissance des bornes. Pour les bornes standards (à 11 kW), il faut compter au moins 4h pour une charge de 20% à 80%, ce qui est encore très long comparé à un plein d'essence, bien que suffisant pour la grande majorité des utilisateurs qui ont une borne chez eux ou au travail. Pour les personnes qui n'ont pas la possibilité de charger la nuit ou pendant les heures de travail, charger aussi longtemps s'avère néanmoins encore très inconfortable.

Pour les bornes rapides (160-300kW), il faut compter entre 15 et 45 minutes pour une charge complète, ce qui est nettement plus rapide, mais reste long par rapport à un plein d'essence. Cependant, le temps de charge des batteries est en nette diminution depuis plusieurs années. ARK Invest analyse dans son rapport «Big Ideas 2023», que la vitesse de charge des véhicules électriques a triplé entre 2018 et 2022 (de 45 à 15 minutes pour environ 320 km d'autonomie). Utilisant la «Wright's Law» pour prédire l'évolution future, ARK Invest montre que le temps de charge des véhicules électriques, tout comme leur prix, suit une trajectoire constante par rapport à la production cumulée de véhicules électriques. Selon leurs prédictions, le temps de charge pourrait atteindre 4 minutes pour une charge de 200 miles, soit environ 320 km, en 2027, ce qui contribuerait à diminuer drastiquement les inquiétudes des conducteurs.

#### 4.1.4 L'infrastructure de charge

La transition vers une mobilité à carburants alternatifs (électrique, hydrogène, ammoniac) fait encore face aux craintes bien ancrées d'une infrastructure de charge ou de ravitaillement insuffisante. Pour pallier le risque de voir retardé le déploiement de la mobilité électrique, et donc l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de GES, l'UE a décidé de fixer des objectifs contraignants en la matière.

Ainsi, le 25 juillet 2023, le Conseil de l'UE et le Parlement européen ont adopté **le nouveau règlement (UE) sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs (le «règlement AFIR»)**<sup>45</sup>, qui fixe notamment « des objectifs minimaux contraignants pour le déploiement d'infrastructures de charge et de ravitaillement ouvertes au public destinées aux véhicules routiers »<sup>46</sup>.

Il est prévu que **chaque État membre se fixe des objectifs nationaux en termes de bornes à installer qui soient basés sur le parc de véhicules électriques du pays**, qui tiennent compte « des progrès technologiques tels que l'augmentation de l'autonomie des véhicules électriques ou un accroissement du nombre de points de charge rapides [...] [ainsi que] des différents modes de charge des véhicules électriques à batterie et des véhicules hybrides rechargeables ». En effet, des objectifs fixés « en fonction de la puissance de sortie maximale totale de l'infrastructure de charge ouverte au public offrirai[en]t une certaine flexibilité dans la mise en place de différentes technologies de charge ».<sup>47</sup> Le règlement AFIR rappelle également que l'installation de bornes de charge publiques est particulièrement important dans les zones résidentielles.<sup>48</sup>

Ainsi, pour les véhicules légers (tels que considérés dans la présente publication), **des parcs d'infrastructures de charge accessibles au public devront être installés au moins tous les 60 km le long des axes principaux de l'Union européenne d'ici fin 2025**, avec une puissance de sortie<sup>49</sup> d'au moins 400kW à partir de cette date, et d'au moins 600kW à partir de fin 2027.<sup>50</sup>

**Au Luxembourg**, le déploiement d'une infrastructure de charge publique (dénommée « Chargy ») a été mise en œuvre par le Gouvernement dès 2015 et est gérée par les gestionnaires de réseaux<sup>51</sup>. *In fine*, **le réseau Chargy comportera un total de 800 bornes**, dont 400 sur les parkings relais et parkings de co-voiturage, et 400 sur les emplacements de stationnement publics respectivement les parkings publics dans les communes du pays. Actuellement, plus de 700 bornes ont déjà été installées.

#### 4.1.5 Autant de défis que d'opportunités pour l'industrie automobile

Ces défis, bien que significatifs, reflètent également les opportunités d'innovation, de développement technologique et d'amélioration continue de l'industrie des véhicules électriques.

Ici, **le maître mot doit être « innovation continue »**. L'industrie automobile doit continuellement innover pour améliorer la technologie des véhicules électriques. Cela englobe l'optimisation des systèmes de propulsion, l'intégration de technologies de pointe telles que l'intelligence artificielle et l'automatisation, ainsi que le développement de nouveaux modèles commerciaux pour l'électromobilité correspondant à tous les besoins et envies des consommateurs.

<sup>45</sup> [Règlement du Parlement européen et du Conseil sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs et abrogeant la directive 2014/94/UE \[Règlement AFIR\]](#).

<sup>46</sup> Paragraphe 9 du règlement AFIR.

<sup>47</sup> Paragraphe 14 du règlement AFIR.

<sup>48</sup> Paragraphe 15 du règlement AFIR.

<sup>49</sup> Le règlement AFIR définit la « **puissance de sortie** » comme étant « la puissance théorique maximale [...] qui peut être fournie par un point, une station ou un parc de charge [...] à des véhicules [...] connectés à ce point, cette station ou ce parc de charge [...] ».

<sup>50</sup> Article 3 du règlement AFIR.

<sup>51</sup> [Règlement grand-ducal du 3 décembre 2015 relatif à l'infrastructure publique liée à la mobilité électrique.](#)

## 4.2 Les défis et les impacts sur les secteurs économiques et les utilisateurs

### 4.2.1 L'indispensable évolution des chaînes d'approvisionnement

La production de masse de véhicules électriques nécessite que les chaînes d'approvisionnement – de l'extraction des matériaux au recyclage des batteries – évoluent face aux besoins très différents par rapport aux véhicules à moteur thermique. Cette évolution se manifeste sur différents plans et nécessite la collaboration de l'industrie automobile, des gouvernements, des fournisseurs de matériaux et de technologies, ainsi que des acteurs concernés à chaque étape de la chaîne. Ces ajustements sont essentiels pour garantir une transition réussie vers une mobilité plus durable. Ils concernent notamment les points suivants :

- » **Extraction des matériaux.** Leur extraction soulève des préoccupations environnementales et éthiques (conditions de travail, exploitation des mines...).
- » **Production des composants de batteries.** Il faudra installer de nouvelles usines géantes pour répondre à la demande croissante de batteries.
- » **Logistique et transport.** Il faudra concevoir des chaînes logistiques pour garantir que les batteries atteignent les installations de production et les concessionnaires sans subir de dommages ni de perte de capacité.
- » **Intégration de nouvelles technologies.** Les véhicules électriques intègrent des technologies plus avancées que les véhicules traditionnels : systèmes électroniques de gestion de batterie, de charge et de propulsion. Les fournisseurs de composants et de systèmes devront s'adapter pour fournir des solutions technologiques conformes à ces besoins spécifiques.
- » **Formation et compétences.** Il faudra mobiliser de nouvelles compétences et expertises pour la maintenance et la réparation des composants électriques et électroniques.
- » **Distribution et vente au détail.** Les concessionnaires devront être prêts à fournir des informations sur les technologies et les avantages spécifiques des véhicules électriques, ainsi qu'à gérer la maintenance et la réparation des composants électriques.
- » **Gestion des déchets et recyclage.** Il faudra mettre en place des infrastructures de recyclage adaptées pour récupérer les métaux rares, et éviter les impacts environnementaux négatifs.

## 4.2.2 L'importance de la transparence des prix de charge

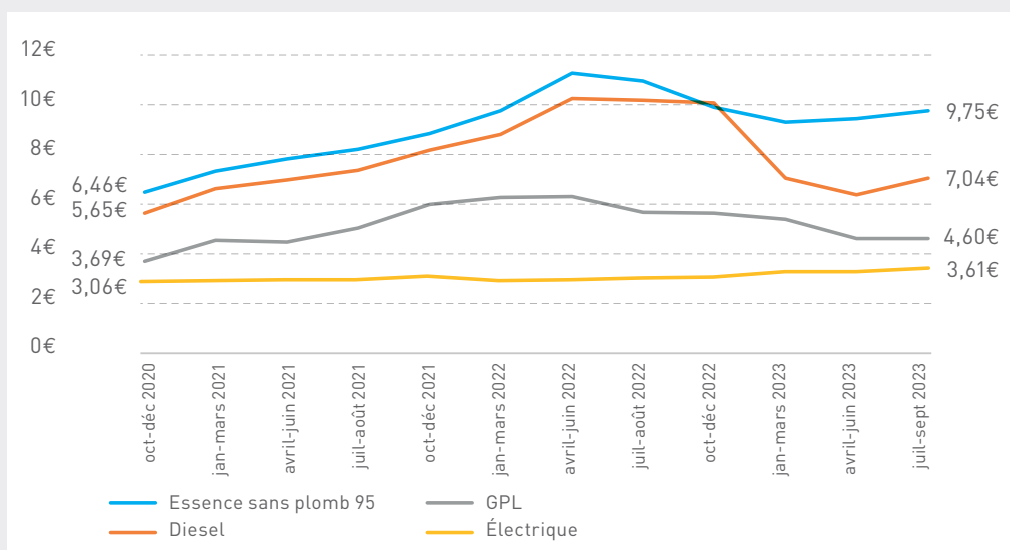
Afin de gagner la confiance des utilisateurs lors des premières phases d'adoption de la voiture électrique, ces derniers ont besoin de garanties et de prévisibilité sur les prix de charge. Sans cette confiance, l'adoption de la voiture électrique, et donc le déploiement de l'électromobilité et l'atteinte des objectifs climatiques de manière générale, risque d'être freinée.

Pour garantir cela, le nouveau règlement UE «AFIR»<sup>52</sup>, issu du paquet «Fit for 55», prévoit un certain nombre de dispositions que devront respecter les États membres, dont notamment :

- « Les utilisateurs [...] devraient disposer d'informations précises sur les prix avant le début de la session de charge ou de ravitaillement »
- « Les prix devraient être communiqués d'une manière clairement structurée afin de permettre aux utilisateurs finals de distinguer les différents éléments du prix facturé par l'opérateur pour calculer le prix d'une session de charge ou de ravitaillement et d'anticiper le coût total »
- « Les prix facturés par les exploitants de points de charge ouverts au public sont raisonnables, aisément et clairement comparables, transparents et non discriminatoires. »
- « Les exploitants de stations de charge devraient également être autorisés à facturer des frais supplémentaires, notamment en vue d'éviter de bloquer l'utilisation du point de charge par d'autres utilisateurs, pour autant que ces frais soient clairement indiqués et communiqués avant le début de la session de charge »

Au Luxembourg, comme le montre le **graphique 25**, depuis le 4<sup>ème</sup> trimestre 2020, le prix de l'électricité aux points de charge est resté relativement constant, contrairement aux carburants fossiles. Ceci est notamment dû aux mesures de stabilisation des prix de charge instaurés par le Gouvernement dès le début de la crise énergétique, afin d'éviter son impact trop important sur les ménages.

**Graphique 25: Évolution du prix des carburants et de l'électricité pour 100 km parcourus en voiture catégorie M1**



Source: <https://transports.public.lu/fr/mobilite/mobilite-electrique/comparateur-prix-carburants.html>

Note: la méthode de calcul appliquée pour chaque carburant est la suivante: prix estimé (euro/100 km) = consommation véhicule (unité de carburant/100 km) x prix carburant (euro/unité de carburant)

<sup>52</sup> Règlement (UE) 2023/1804 du Parlement européen et du Conseil du 13 septembre 2023 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs

### 4.2.3 Le marché européen ouvert pour de nouveaux constructeurs?

L'automobile constitue un segment majeur de l'industrie européenne. Selon l'association des constructeurs européens de l'automobile (ACEA), l'industrie automobile emploie 2,4 millions de personnes dans l'UE, soit 8,3% des emplois industriels. Au total, ce sont 12,9 millions d'emplois qui sont liés à l'automobile en Europe, soit 6,8% du total des emplois.

15,9% des voitures produites dans le monde le sont dans les pays de l'Union européenne. L'automobile pèse très lourd dans la balance commerciale européenne: les exportations de voitures représentent 171,4 milliards d'euros contre 69,6 milliards pour les importations, soit un excédent de 101,9 milliards en 2022.

C'est dire combien la transition vers la voiture électrique constitue un enjeu de taille pour l'économie européenne. La moindre perte de part de marché pour les constructeurs européens peut avoir de lourdes conséquences en cascade pour toute l'économie européenne. Et cette transition n'est pas sans danger.

Les constructeurs extra-européens, souvent des nouveaux acteurs, y ont vu une porte d'entrée pour se faire une place sur un territoire jusqu'à présent nettement dominé par les marques continentales (Allemagne, France, Italie, Espagne...). Si les constructeurs historiques peuvent bénéficier d'une certaine avance de par leurs capacités industrielles et leur savoir-faire, la transition vers l'électrique peut être pour eux particulièrement coûteuse (transformation des outils de productions, formation du personnel, plans sociaux...). À l'inverse, les nouveaux acteurs, qui sont «*electric-natives*», semblent avoir plus de facilité à innover pour se donner des avantages technologiques (par exemple Tesla) ou concurrentiels en diminuant leurs coûts de production (par exemple la marque chinoise BYD).

À titre d'exemple, Ford, deuxième producteur de véhicules électriques aux États-Unis, a perdu 36.000 dollars par véhicule électrique vendu au troisième trimestre 2023. **Ces constructeurs automobiles traditionnels financent leurs efforts dans le domaine des véhicules électriques grâce aux bénéfices générés par les ventes de véhicules thermiques.** Toutefois, à mesure que l'adoption des véhicules électriques s'accélère, le risque que cet équilibre financier devienne insoutenable augmente considérablement.

En effet, à mesure que les ventes de voitures électriques augmentent, les ventes de véhicules thermiques, qui ont toujours été les générateurs de revenus de ces entreprises, diminuent. Ainsi, les bénéfices générés par les véhicules thermiques diminueront, laissant potentiellement les constructeurs automobiles traditionnels avec des flux de revenus réduits pour soutenir leur transition coûteuse vers les véhicules électriques. Ce scénario pourrait entraîner des difficultés financières, des licenciements, des fermetures d'usines et d'importants efforts de restructuration, dans la mesure où ils s'efforcent de s'adapter au nouveau paysage économique.

Cette concurrence nouvelle est d'autant plus problématique pour les constructeurs européens qu'il existe d'autres facteurs susceptibles de fausser le jeu.

Le premier concerne les mesures de soutien nationales dont peuvent bénéficier ces marques non-européennes dans leurs pays d'origine, et notamment en Chine. Dans son discours sur l'état de l'Union prononcé en septembre 2023, la présidente de la Commission européenne, Ursula von der Leyen, a annoncé le lancement d'une enquête sur la manière dont les aides publiques peuvent aider les constructeurs chinois à tirer leurs coûts de production vers le bas. «*Les marchés mondiaux sont maintenant inondés de voitures électriques chinoises moins chères. Et leur prix est maintenu artificiellement bas par d'énormes subventions publiques*», a-t-elle déclaré. «*Et comme nous n'acceptons pas cette distorsion de l'intérieur de notre marché, nous ne l'acceptons pas non plus de l'extérieur.*»

L'autre facteur qui inquiète les constructeurs automobiles européens, c'est l'accès aux matières premières nécessaires à la fabrication de voitures électriques. Aujourd'hui, 67% de l'approvisionnement mondial de graphite dans sa forme naturelle provient de Chine. La pays affine 90% de la production mondiale, pour transformer ce graphite en matériau indispensable à la production de batteries. Or, en octobre 2023, Pékin a décidé de restreindre les exportations. Cette annonce a évidemment semé le trouble chez les constructeurs européens.

## Quels accompagnements du Gouvernement à cette transition?



# V. Quels accompagnements du Gouvernement à cette transition ?

**A**fin de se donner les moyens d'atteindre les objectifs nationaux en matière de transition vers l'électromobilité, le Gouvernement a mis un certain nombre de dispositifs de soutien en place, notamment au travers du régime d'aides « Klimabonus », ou encore des dispositifs de conseils. Au vu de la croissance actuelle de l'électrique dans le parc automobile comme décrit au chapitre 3, la politique incitative privilégiée semble progressivement porter ses fruits, bien qu'elle puisse encore aller plus loin pour donner une chance au pays d'atteindre l'objectif purement national de 49 % en 2030, qui, comme nous l'avons constaté, risque d'être difficile à atteindre sans cela.

Ce chapitre a pour objectif de donner un bref aperçu des mesures incitatives en place actuellement au Luxembourg, et prévues dans le PNEC, en lien avec l'électrification des voitures individuelles, ainsi que le développement de l'infrastructure de charge au Luxembourg.

## Les aides financières pour voitures électriques

En 2019, le Gouvernement luxembourgeois a introduit la première mouture de la subvention aux véhicules électriques et hybrides rechargeables (dont les émissions sont inférieures à 50g/km) pour les particuliers et les entreprises. À l'époque, les voitures 100 % électriques, quel que soit leur poids, étaient subventionnées à hauteur de 5.000 euros, et les voitures hybrides rechargeables à hauteur de 2.500 euros.<sup>53</sup>

La prime pour l'achat d'un véhicule électrique ou hybride rechargeable a bien évolué depuis, ayant été renforcée en termes de montants maximums, mais surtout en étant devenue plus sélective quant aux critères des voitures éligibles (émissions, purement électrique ou hybride). Les véhicules hybrides achetés après 2021 ne sont ainsi plus subventionnés, bien que les hybrides rechargeables fassent partie intégrante de l'objectif national de 49 % en 2030.

**Aujourd'hui, le montant de la prime est de 8.000 euros pour les voitures 100 % électriques, et qui respectent une des conditions suivantes :**

- la consommation d'énergie électrique ne dépasse pas 180 Wh/km ;
- la consommation d'énergie électrique dépasse 180 Wh/km, la voiture comporte au moins 7 places et le ménage est composé d'au moins 5 personnes.

Pour toutes les voitures 100 % électriques dont la consommation dépasse 180 Wh/km et qui ne respectent pas l'exception précitée, le montant de la prime s'élève à 3.000 euros.

Cette aide est valable pour tout achat effectué jusqu'au 30 juin 2024, mais le nouveau Gouvernement a annoncé récemment vouloir la prolonger. Reste à savoir dans quelles conditions.

Le projet de mise à jour du PNEC prévoit par ailleurs d'analyser la possibilité d'introduire un leasing social pour les voitures 100 % électriques, qui concernerait les ménages défavorisés, à l'image de la France qui en a introduit un en janvier 2024.

## Que fait le Gouvernement pour montrer l'exemple ?

Le PNEC prévoit un certain nombre de mesures afin d'électrifier le parc public et ainsi montrer l'exemple en termes de mobilité électrique. Il vise dès lors l'électrification progressive du parc automobile des pouvoirs adjudicataires et des entités adjudicataires (État, communes, syndicats communaux, ...), ainsi que l'électrification du parc automobile étatique, engagé depuis 2018.

Le développement de l'électromobilité ne pourra toutefois pas se faire sans infrastructure de charge à la hauteur. Au-delà de l'infrastructure de charge publique *Chargy* telle que décrite à la section 3.4.3, les investissements privés sont encouragés via des dispositifs d'aides financières afin de pleinement développer l'ampleur de l'infrastructure nécessaire à l'électrification du parc automobile.

<sup>53</sup> Règlement grand-ducal du 7 mars 2019 portant introduction d'une aide financière pour la promotion des véhicules routiers à zéro ou à faibles émissions de CO<sub>2</sub>



## Les aides financières pour le développement de l'infrastructure de charge

D'une part, pour inciter leur installation **par les particuliers**, le Gouvernement a mis en place dès juillet 2020, une aide financière pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques, allant de maximum 750 à 1.650 euros selon les bornes installées.

D'autre part, pour inciter leur installation **par les entreprises**, une aide en faveur des infrastructures de charge pour véhicules électriques pour ces dernières a été introduite en juillet 2022.

Ainsi, **les PME** peuvent bénéficier d'une subvention, variant selon que les bornes reposent sur un système de charge intelligent ou non, et dont les montants maximums s'élèvent à 40.000 euros pour l'installation des bornes, et 60.000 euros pour les coûts liés au raccordement au réseau de l'infrastructure de charge.<sup>54</sup>

Comme décrit à la section 3.4.3., **les entreprises plus grandes ou les investisseurs** qui souhaitent investir dans l'installation d'une infrastructure de charge d'au moins 175 kW, peuvent également bénéficier d'aides, suivant une mise en concurrence. Les montants varient selon le degré d'accessibilité au public des bornes qu'elles installent (100% des coûts si elles sont accessibles au public, 80% si elles sont partiellement accessibles au public, et 60% si elles sont privées).

## Les outils de sensibilisation et d'accompagnement

Le G.I.E. Klima Agence<sup>55</sup> rassemble un ensemble d'informations pertinentes autour des dispositifs d'aides, notamment liés à l'électromobilité, fournit directement des conseils aux particuliers et aux entreprises qui ont des questions ou des projets d'investissements en la matière, et organise régulièrement des workshops pour présenter les outils disponibles.

Les entreprises et les particuliers, mais également les communes, les syndicats, les porteurs de projets et les investisseurs, peuvent également avoir accès à des initiatives telles que « *Pro-Charging.lu* », mis en place par la Klima Agence en coopération avec Luxinnovation, qui identifie et indique les surfaces disponibles et appropriées à l'installation d'une infrastructure de charge.

La Klima Agence soutient par ailleurs l'initiative « *Strom beweegt – Elektresch an d'Zukunft* », qui a été initiée par un groupe de travail interministériel et réunit divers acteurs des secteurs public et privé, et qui vise à encourager l'adoption de la mobilité et du transport électriques au Luxembourg à travers une démarche participative. Elle met l'accent sur les stratégies nationales actuelles et futures concernant la gestion des flottes, l'infrastructure et le secteur automobile, afin de promouvoir une vision positive et unifiée d'un marché en pleine croissance. Les actions des participants comprennent l'électrification de flottes de véhicules, l'installation de bornes de charge et la diffusion d'informations sur les véhicules électriques.

<sup>54</sup> Pour les bornes intelligentes, les moyennes entreprises peuvent percevoir 40% des coûts, et les petites entreprises 50%. Pour les bornes « non » intelligentes, les moyennes entreprises peuvent bénéficier de 30% des coûts, et les petites entreprises 40%.

<sup>55</sup> La Klima Agence est une structure représentée par le ministère de l'Économie, le ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité et le ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire, et a pour mission de soutenir tous les acteurs de la société (particuliers, communes, professionnels et institutions) pour favoriser la mise en place de la politique climatique et énergétique du Luxembourg.

**Quelles recommandations  
pour faciliter cette transition?**



# VI. Quelles recommandations pour faciliter cette transition ?

## 6.1 Sensibiliser et informer les utilisateurs et les entreprises

**H**istoriquement, le prix d'achat élevé est le frein principal à une adoption massive des véhicules électriques. Cependant, à mesure que la technologie des véhicules électriques progresse, le coût des véhicules électriques diminue continuellement, les rendant de plus en plus accessibles à un plus large éventail de la société.

Avec la baisse des prix, les principaux obstacles à l'adoption rapide des véhicules électriques passent des préoccupations économiques aux barrières psychologiques. L'anxiété liée à l'autonomie et la résistance au changement des habitudes établies, apparaissent désormais comme les principaux défis à relever. Répondre à ces préoccupations nécessite non seulement l'expansion des infrastructures de charge, mais également de solides campagnes éducatives pour familiariser les consommateurs avec les capacités des véhicules électriques modernes, et ainsi dissiper les idées fausses.



*Recommandation au Gouvernement*



*Recommandation aux entreprises*



### #1 Organiser et soutenir des événements qui permettent des expériences directes et le partage de connaissances

Il serait fort utile d'adopter une approche proactive pour éliminer les obstacles psychologiques à l'adoption des véhicules électriques en organisant et en soutenant des événements qui permettent des expériences directes et le partage de connaissances.

Il pourrait être pensé à des initiatives telles que des événements de conduite, où les curieux et sceptiques peuvent tester ces véhicules, ou des ateliers communautaires animés par des utilisateurs précoces qui partagent leurs expériences. Un exemple notable est la *National Drive Electric Week* aux États-Unis. Ces événements sont l'occasion pour les acheteurs et détenteurs potentiels de véhicules électriques de discuter directement avec ceux ayant l'expérience de posséder une voiture électrique, ainsi que de faire des essais routiers.

En facilitant ce type d'événements, le Gouvernement peut contribuer à renforcer la confiance des citoyens dans les véhicules électriques, ouvrant ainsi la voie à une transition inclusive. Les activités et outils de sensibilisation mis à disposition par Klima-Agence dans le cadre de l'initiative « *Strom Beweegt* » représentent ainsi une bonne base pour de tels efforts.



### #2 Soutenir la location à court terme de voitures électriques

Pour encourager une adoption plus large des voitures électriques et aider les acheteurs potentiels à évaluer leur adéquation, le Gouvernement pourrait envisager un soutien financier pour la location de véhicules électriques à court terme, aux alentours de 1 à 3 mois. Cette approche offre une solution pratique permettant aux particuliers de tester le mode de vie des véhicules électriques sans s'engager dans un achat à long terme.

En subventionnant ces locations d'essai ou en offrant des incitations, le Gouvernement peut réduire la prise de risque pour les acheteurs potentiels, rendant ainsi les véhicules électriques plus accessibles à un plus large éventail de consommateurs. De tels programmes permettraient non seulement aux individus d'évaluer dans quelle mesure une voiture électrique répond à leurs besoins quotidiens, mais serviraient également à démystifier la technologie et à promouvoir une prise de décision éclairée.

## 6.2 Offrir des incitants fiscaux et des subventions à la hauteur des enjeux

Afin d'initier l'adoption et d'accélérer la transition vers la voiture électrique, la majorité des Gouvernements mise sur des instruments incitatifs tels que les subventions et les incitants fiscaux. En raison de la conjoncture actuelle, marquée par les incertitudes autour de l'évolution des taux d'intérêts (actuellement élevés) et de l'inflation, rendant difficile et coûteuse la contraction de prêts à la consommation, ces instruments, à partir du moment où ils sont ciblés et évalués, paraissent d'autant plus nécessaires pour ne pas freiner l'élan déjà amorcé en la matière.

Le Gouvernement luxembourgeois s'est fixé un objectif très ambitieux à l'horizon 2030. Pour rappel, il vise d'ici-là un taux de 49% de voitures électriques ou hybrides rechargeables dans son parc automobile – fin octobre 2023, cette part s'élevait à 8,13%. Étant donnée la nécessaire accélération telle que présentée à la section 3.3.3, il s'agirait de renforcer les mesures et régimes d'aides existants en la matière de se donner les moyens d'y parvenir.



### #3 Subventionner l'achat de voitures électriques d'occasion

Le Luxembourg ne subventionne actuellement que l'achat de voitures électriques neuves. Or, le marché de l'électrique d'occasion, qui commence à émerger actuellement, représente une opportunité précieuse pour favoriser l'adoption de voitures électriques pour les ménages, et notamment ceux n'ayant pas les moyens de s'offrir un véhicule électrique neuf, pour l'instant plus cher que son équivalent thermique.

Il s'agirait d'une mesure sociale, car subventionner les voitures électriques d'occasion, contribuerait à rendre la mobilité électrique plus accessible à un plus grand nombre de personnes, en particulier celles avec des revenus plus modestes qui ne peuvent actuellement que difficilement accéder à une voiture électrique neuve. Cela contribuerait également à maximiser l'utilisation des ressources en prolongeant la durée de vie utile des véhicules déjà sur le marché, tout en répondant au problème de rareté des ressources nécessaires à la fabrication de véhicules neufs.

Il s'agirait en parallèle d'encourager le maintien d'un plus grand nombre de véhicules en leasing opérationnel sur le territoire national après la durée dudit leasing. En effet, bien que le leasing opérationnel soit un moteur important du renouvellement de la flotte automobile au Luxembourg, il a un impact limité sur le marché local des voitures d'occasion, la majorité de ces véhicules étant vendue à l'étranger à l'expiration du contrat de location.



### #4 Mettre en place un «super bonus d'exemplarité» pour les investissements combinés dans la voiture électrique et la production d'énergie renouvelable

L'accélération de la transition énergétique et la contribution à l'atteinte des objectifs nationaux fixés en la matière nécessitent une mise en œuvre accrue des mesures d'efficacité énergétique et de production d'électricité renouvelable par les particuliers et les entreprises. L'acquisition d'une voiture électrique doit souvent être combinée à l'installation d'une borne de charge. Bien qu'elles soient toutes les deux subventionnées, le prix total peut s'avérer important, ce qui peut décourager certains acquéreurs potentiels.

Il pourrait ainsi être envisagé que les particuliers ou les entreprises s'engageant à acquérir un véhicule électrique, tout en installant des panneaux photovoltaïques de manière simultanée (ou dans un timing restreint), puissent bénéficier de ce qui pourrait s'appeler un «super bonus d'exemplarité», une subvention encore plus avantageuse destinée à encourager les investissements combinés.



## **#5 Inscrire légalement les subventions existantes sur une durée plus longue afin de donner plus de visibilité aux consommateurs et aux entreprises**

Actuellement, les subventions pour les voitures électriques et les infrastructures de charge sont renouvelées à chaque fois pour des durées de maximum une année depuis leur entrée en vigueur. Bien que le nouveau Gouvernement ait annoncé vouloir prolonger les programmes de subventions Klimabonus, les particuliers et les entreprises n'ont aucune prévisibilité sur la durée réelle de maintien de ces aides.

Or, certaines personnes déjà intéressées par l'adoption d'une voiture électrique peuvent vouloir attendre avant de sauter le pas. Les raisons peuvent être diverses et pas uniquement liées à celles évoquées dans les chapitres précédents. Par exemple, la voiture actuellement en possession peut tout simplement avoir été acquise depuis trop peu de temps, rendant l'achat d'un nouveau véhicule neuf absurde d'un point de vue financier ou environnemental. D'autres personnes peuvent avoir peur d'acheter des véhicules électriques « trop tôt » au vu de l'évolution rapide des technologies des batteries, craignant une perte de valeur trop rapide de la voiture.

Procurer davantage de visibilité sur le maintien des aides, permettrait aux futurs acquéreurs déjà convaincus, mais ne souhaitant pas précipiter l'adoption de la voiture électrique, de planifier l'acquisition de cette technologie en amont.



## **#6 Rendre encore plus incitatif le leasing (privé et opérationnel) pour les véhicules électriques légers**

Au Luxembourg, les voitures du parc automobile pèsent en moyenne plus de 1,6 tonne, soit 300 kg de plus qu'il y a encore 20 ans. Les voitures sont de plus en plus volumineuses et donc de plus en plus lourdes. Les voitures plus petites et légères sont encore bien souvent perçues comme moins attractives d'un point de vue culturel. Or, même électriques, les voitures les plus lourdes ont un impact important sur l'environnement. Elles nécessitent d'une part, plus d'électricité, et d'autre part, plus de ressources, car leurs batteries sont plus imposantes.

Quant aux voitures légères ayant un impact environnemental bien plus faible, les mentalités devront évoluer, afin de percevoir positivement l'utilisation de tels véhicules et ainsi favoriser leur adoption. Le leasing (privé et opérationnel) pourrait être un levier opportun pour encourager ce changement de paradigme et de perception, en le rendant fiscalement encore plus avantageux pour les voitures électriques légères.

Une progressivité de ce « sur-bonus pour l'acquisition d'un véhicule léger » pourrait être envisagée pour les ménages à plus faibles revenus, comme proposé par le Gouvernement via la mise en place (potentielle) du leasing social.

## 6.3 Des avantages pour les utilisateurs de voitures électriques

Si les incitants fiscaux et les subventions sont les instruments très majoritairement utilisés par les pays qui cherchent à accélérer la transition vers la voiture électrique, certains États ou territoires ont fait le choix d'aller encore plus loin. C'est le cas de la Norvège qui a offert tout un éventail d'avantages aux utilisateurs de véhicules électriques : des réductions, voire la gratuité, pour les péages autoroutiers, les péages urbains, les ferrys et le stationnement.

Fondamentalement, ces politiques visent à créer une certaine « envie », voire une « jalousie » chez les non-utilisateurs, qui constatent au quotidien les avantages dont bénéficient les utilisateurs de véhicules électriques. La palette d'avantages qui peuvent être réservés aux utilisateurs de véhicules électriques ne se limite pas à des instruments financiers. Cela peut être des places de stationnement « premium », à proximité des entrées des principaux centres d'intérêts (qui existent déjà au Luxembourg) ou des privilèges qui permettent d'éviter les embouteillages (accès à des voies dédiées, comme les voies normalement réservées au transport en commun). Toutes ces attentions visent à ancrer dans l'esprit des automobilistes l'idée selon laquelle rouler en voiture électrique facilite la vie.

Dans la mesure où cette politique, qui est venue compléter des incitants fiscaux et financiers puissants, a porté ses fruits en Norvège, il pourrait être intéressant de s'en inspirer pour l'implémenter au Luxembourg, en l'adaptant aux réalités locales.



### #7 Accorder la gratuité des parkings publics et du stationnement en voirie aux utilisateurs de voitures électriques, pour la première année d'utilisation

Le prix du stationnement est un élément auquel les automobilistes sont particulièrement attentifs. Ainsi, le fait de permettre aux utilisateurs de voitures électriques de stationner gratuitement, même hors bornes de charge, apparaîtrait comme une mesure forte, susceptible de marquer les esprits, plus qu'une réduction.

En France, selon une étude menée en 2020 par l'Automobile Club association (ACA)<sup>56</sup>, les coûts de parkings représentent 5 % à 10 % des dépenses consacrées à l'automobile de chaque utilisateur. Le budget annuel moyen de parking par automobile est estimé à 600 euros.

**Toutefois, cette gratuité ne devra être que temporaire pour deux raisons :**

- » Pour une raison de coût, même s'il est proposé de flécher une partie des recettes de la taxe CO<sub>2</sub> pour compenser le manque à gagner des exploitants de parkings.
- » Pour une raison pédagogique. L'objectif numéro 1 des politiques de mobilité ayant la décarbonation comme objectif, devant demeurer le report modal vers le transport en commun, un avantage de ce type, s'il devait être durable, serait susceptible d'être contre-incitatif. Rappelons d'ailleurs que les P+R sont gratuits pour tous les automobilistes et que leur utilisation doit rester une priorité.

Il est donc proposé d'offrir cette gratuité uniquement pendant la première année d'utilisation de la voiture électrique pour un nouvel utilisateur. Au renouvellement de cette voiture électrique, l'avantage ne serait pas réattribué à celui qui en a déjà bénéficié. Une extension du dispositif à la deuxième année serait à évaluer.



## #8 **Autoriser, à titre expérimental, les véhicules électriques à circuler sur la future 3<sup>ème</sup> voie de l'A3, laquelle sera dédiée aux bus et au covoiturage aux heures de pointe**

Le Gouvernement a lancé il y a plusieurs mois le chantier d'élargissement de l'autoroute A3, l'un des axes les plus congestionnés du pays aux heures de pointe. Le chantier doit s'achever début 2027. Dans différentes déclarations<sup>57</sup>, l'ex-ministre de la Mobilité et des Travaux public a indiqué que cette troisième voie serait réservée au transport en commun et au covoiturage, selon un dispositif de contrôle qui reste à déterminer. Dans cet esprit et à titre expérimental et temporaire, il est proposé d'autoriser également les voitures électriques à circuler sur cette voie.

## **6.4 Préparer une infrastructure de charge apte à répondre au développement croissant de l'électromobilité**

Le développement de l'infrastructure de charge au même rythme que la croissance du parc de véhicules électriques est une condition au succès de la transition. Pour les bornes publiques, jusqu'à présent, ce développement a été rapide au Luxembourg. En 2022, le pays comptait 308 points de charge publics pour 100.000 habitants, soit le deuxième meilleur ratio de l'Union européenne, derrière les Pays-Bas<sup>58</sup>. Cela démontre que le pays a su concrétiser la volonté politique affichée en utilisant des instruments réglementaires et économiques efficaces pour permettre aux différents acteurs publics et privés de déployer ce réseau. À première vue, avec les instruments existants, les conditions semblent donc réunies pour que le développement de cette infrastructure se poursuive au rythme requis.

Il existe toutefois **trois points de vigilance** :

### **» L'évolution qualitative du réseau de charge public**

Aujourd'hui, il existe deux grandes familles de bornes de charge, celles en courant alternatif (AC, dites « lentes », qui ne nécessitent pas de mise à niveau du réseau électrique), et celles en courant continu (DC, dites « à charge rapide », ou « *supercharger* », qui demandent souvent des travaux d'infrastructure électrique). Le Luxembourg ayant commencé à déployer son réseau de bornes en 2015, 92% de celui-ci est constitué de bornes en courant alternatif<sup>59</sup>. En revanche, si seuls 8% des points de charge sont en courant continu, ceux-ci représentent 44% de la puissance électrique de charge installée dans le pays.

Pour l'avenir, tout l'enjeu est donc de trouver le bon équilibre entre un réseau de bornes AC très dense qui permet de répondre aux besoins de charge du quotidien, et un réseau de bornes DC placées de manière optimale, utile pour le trafic de transit lorsqu'il est nécessaire de charger la batterie au maximum pour un long trajet.

### **» La disponibilité des bornes et notamment l'utilisation des places de stationnement associées à ces bornes hors temps de charge**

Aujourd'hui, il n'existe que peu de moyens d'inciter l'utilisateur d'une borne à libérer la place qu'il occupe une fois la charge terminée et le dispositif de charge débranché. Cela pourrait devenir problématique avec la croissance importante du nombre de véhicules électriques en circulation.

<sup>57</sup> Source : La troisième voie ne sera « pas pour tout le monde », 22 avril 2023, rtl.lu

<sup>58</sup> Source : ChargeUp, 2023 State of the Industry Report

<sup>59</sup> Source : Observatoire digital de la mobilité

## » La charge à domicile

Si elle ne pose aucun problème pour les propriétaires de voitures électriques qui vivent en maison individuelle, elle apparaît plus complexe pour ceux qui vivent en habitat collectif. Le Gouvernement a déjà pris des initiatives pour accélérer l'installation de bornes en copropriété : obligation de pré-équipements dans les nouveaux bâtiments d'habitation, adaptation de la loi sur les copropriétés, aides pour les installations de bornes à domicile... Pourtant, à ce jour, les personnes vivant en habitat collectif restent largement sous-représentées parmi les utilisateurs de voitures électriques.



### #9 Accélérer le déploiement du réseau de bornes DC de charge rapide

Le Luxembourg bénéficie déjà d'un réseau de bornes de charge AC dense et performant. En revanche, son réseau de bornes de charge rapide est encore trop peu développé. Ainsi, il dispose d'une capacité de charge publique de « seulement » 3,8 kW par véhicule électrique en circulation, alors que la moyenne européenne s'établit à 5,1 kW.

Pour combler ce retard, il convient de consacrer les prochains efforts d'investissement au déploiement du réseau de chargeurs rapides DC. Leur implantation dans les stations-service du pays et/ou dans des lieux adaptés à une courte pause lors des longs voyages (centres commerciaux, aires de repos...) semble particulièrement pertinente.



### #10 Mieux informer les entreprises, et en particulier les PME, sur les aides auxquelles elles peuvent prétendre pour installer des bornes de charge

L'installation de bornes de charge sur les lieux de travail constitue un accélérateur puissant pour la transition vers la voiture électrique. D'abord, parce qu'elle permet aux collaborateurs qui viennent au travail en voiture (avec leur voiture privée ou la voiture en leasing mise à disposition par leur employeur) d'acquérir une voiture électrique, dans la mesure où ils savent qu'ils pourront la charger pendant les heures de bureau. Ensuite parce qu'elle est la condition de l'électrification des flottes de véhicules d'entreprises.

Les entreprises qui installent des bornes de charge peuvent déjà bénéficier de subventions conséquentes par le biais d'appels à projets. Ainsi, deux appels à projets ont déjà permis à 39 entreprises de bénéficier de financements à hauteur de 9,5 millions d'euros pour l'installation de 918 bornes. Par ailleurs, sur simple demande, les PME peuvent également bénéficier d'une subvention allant jusqu'à 50% des coûts liés aux bornes de charge et jusqu'à 60% des coûts liés au raccordement au réseau électrique. L'aide est plafonnée à 60.000 euros pour les coûts de raccordement au réseau électrique et à 40.000 euros pour les autres coûts liés au déploiement par entreprise.

Toutefois, de nombreuses entreprises semblent ignorer les aides dont elles peuvent bénéficier. De nouvelles actions de communication plus ciblées à ce sujet seraient bienvenues.



### #11 Accompagner davantage les copropriétés dans le déploiement des bornes de charge

Afin de faciliter l'installation de bornes de charge dans les copropriétés, il est proposé de constituer une équipe d'« ambassadeurs de l'électromobilité » dont la mission serait d'intervenir dans les assemblées générales de copropriété, afin d'informer les copropriétaires au sujet des aides auxquelles ils peuvent prétendre, ainsi que sur les solutions techniques qui s'offrent à eux.

La majorité des utilisateurs de voitures électriques les chargeant à domicile ou au travail, comme cité précédemment, un tel accompagnement et des campagnes de sensibilisations poussées sont également importantes pour les personnes habitant en maison individuelle.





## #12 Établir des règles de priorisation de l'accès aux bornes publiques en cas de pic de demande à travers des solutions de gestion digitalisées

Il est essentiel d'optimiser l'usage des bornes de charge. Plusieurs solutions devraient être mises à l'étude :

- » Encourager les utilisateurs de véhicules électriques à libérer les places de stationnement associées à ces bornes une fois la charge terminée, à travers une tarification de stationnement dissuasive par exemple.
- » Établir des règles de priorité en cas de pic de demandes. Elles garantiraient aux voitures avec un niveau de charge faible un accès prioritaire aux bornes.
- » Donner la possibilité de réserver des créneaux de charge sur les bornes de charge rapide. Créneaux qui pourraient être facturés en cas de non-présentation. Cela offrirait de la prévisibilité aux automobilistes sur les longs trajets.

Toutes ces solutions ne peuvent être envisagées qu'à travers le développement d'outils digitaux et une parfaite interopérabilité des différents réseaux publics de charge.

## 6.5 La transition vers la voiture électrique, un vrai changement de paradigme qui présente de nouveaux défis et opportunités

Comme couvert dans ce document, la transition vers les voitures électriques semble prendre du terrain. Cela représente un bon nombre d'opportunités pour la société.

À court et moyen termes cependant, des défis non-négligeables existent, car remplacer les véhicules thermiques par des véhicules électriques n'est pas une substitution un-pour-un. Ainsi, comme illustré par le chercheur en technologie et prospectiviste Tony Seba, un papillon n'est pas simplement une chenille avec des ailes ; tout comme le véhicule thermique n'était pas simplement un cheval plus fort et plus rapide lors de la transition des années 1910. La même chose est vraie pour cette transition-ci.



## #13 Offrir des programmes de formation pour les professionnels du secteur de l'automobile

Pour faciliter une transition en douceur des professionnels du secteur de l'automobile, le soutien du Gouvernement aux programmes de formation peut jouer un rôle primordial. De telles initiatives peuvent aider les professionnels de l'industrie à s'adapter à l'évolution de la technologie et aux meilleures pratiques associées aux voitures électriques. Cette évolution dans la formation est même aujourd'hui cruciale dès l'école, pour adapter l'offre de formation à nos besoins futurs.

Les programmes de formation pourraient englober une gamme de sujets, allant de la maintenance et de la réparation des véhicules électriques à la technologie des batteries, en passant par l'infrastructure de charge et l'information des clients.

En fournissant du financement et des ressources pour ces opportunités de formation, le Gouvernement investirait dans le capital humain pour favoriser non seulement la sécurité d'emploi et le développement de carrière des individus dans l'industrie, mais également les objectifs plus larges de réduction des émissions.

Ces aides pourraient également s'adresser aux gestionnaires de parcs automobiles des entreprises, qui auront besoin de nouvelles compétences pour prendre en main les défis liés à une électrification de la flotte et de l'infrastructure. L'ACL offre d'ailleurs déjà une telle formation de Mobility Manager.



## #14 Saisir l'opportunité commerciale que présentent les bornes de charge

En installant des bornes de charge pour voitures électriques sur son parking ou à proximité, une entreprise ayant vocation à attirer des clients (commerces, hôtels, restaurants...) gagnera en visibilité. En effet, elle sera référencée sur des outils tels que *Chargy* et *Chargemap* qui permettent aux conducteurs de voitures électriques de planifier des itinéraires et de localiser des sites dotés de points de charge électrique.

Être identifié comme point de charge sur ces outils est donc une opportunité pour tout commerce d'augmenter le trafic vers ses locaux. Un trafic qui est susceptible de générer du chiffre d'affaires puisque le temps de charge constitue pour les utilisateurs de voitures électriques du « temps disponible ». Au-delà de l'attraction de clients, les commerces peuvent aussi augmenter la satisfaction de ces derniers, qui peuvent ainsi joindre l'utile à l'agréable en chargeant leur voiture tout en faisant les courses, prendre un verre, déguster un repas, ou passer une nuit à l'hôtel.

Il est également important de rappeler qu'il existe des aides financières pour l'installation de bornes de charge et que l'intensité maximale de l'aide dépend du degré d'accessibilité des bornes prévues. En effet, selon les conditions, rendre ses bornes accessibles au public peut faire passer l'aide financière de 30% à 50% de l'investissement. En plus de cela, les coûts liés au raccordement au réseau de l'infrastructure de charge sont pris en charge à hauteur de 60%, plafonnés à 60.000 euros par entreprise.



## #15 Prendre de l'avance sur la transition pour ne pas la subir

La transition vers les voitures électriques semble amorcée et constitue un véritable changement de paradigme. Les entreprises qui entretiennent des flottes de véhicules doivent se préparer à ce changement pour éviter d'être contraintes à des ajustements brusques et potentiellement coûteux.

Les entreprises les plus avancées dans la transition ont complètement repensé leur manière de gérer leurs flottes et leurs emplacements de stationnement. Ainsi, les entreprises qui souhaitent avancer dans ce domaine devront également prendre en compte des facteurs tels que la taille de l'infrastructure, la puissance électrique disponible, la gestion de l'accès des employés à ces bornes, et même potentiellement repenser la prise en charge des frais kilométriques.

En se préparant de manière proactive à ce changement de paradigme, les entreprises peuvent éviter d'être prises de court par des ajustements précipités et se positionner pour prospérer dans un avenir où les voitures électriques constitueraient la nouvelle norme. Il peut être judicieux d'opérer cette transition de manière progressive afin de bénéficier d'un retour d'expérience et ainsi ajuster la stratégie de transition.



## #16 Élaborer et inscrire au niveau légal des critères de sécurité clairs à respecter par les entreprises au niveau de leurs flottes électriques

Les flottes de véhicules électriques peuvent être sources de nouveaux types de risques. Les potentiels incidents et accidents (feux de batteries, ...) qui pourraient survenir sont bien souvent encore inconnus et difficiles à circonscrire par les entreprises et la population de manière générale. Il existe actuellement un flou autour des règles de sécurité, laissant les entreprises dans l'incertitude et dans la crainte de la survenance d'un tel accident, et surtout des conséquences d'un point de vue assurantiel.

Afin de guider les entreprises dans la mise en place de mesures de sécurité appropriées, ainsi que dans l'installation conforme des infrastructures (par exemple à quels endroits installer des bornes de charge en toute sécurité), il conviendrait d'établir des règles de sécurité claires à communiquer aux entreprises via l'Inspection du Travail et des Mines (ITM).

## 6.6 Inciter à la soutenabilité et au report modal

Les propositions énoncées ci-dessus visent à faciliter et à accélérer la transition vers la voiture électrique, dans la mesure où celle-ci constitue un levier pour la décarbonation de l'économie luxembourgeoise.

Cela étant dit, il faut ici rappeler que l'utilisation d'une voiture électrique n'est pas neutre pour le climat. Au-delà des émissions générées en phase de production et de recyclage, il faut surtout avoir conscience que si aucun gaz à effet de serre n'est émis par la voiture elle-même lorsqu'elle roule, la production d'électricité nécessaire pour charger la batterie génère encore d'importantes émissions. Comme évoqué à plusieurs reprises dans cette publication, pour analyser l'impact de l'électromobilité sur le climat, il convient impérativement de coupler cette question à celle de la politique énergétique.



### #17 **Considérer la soutenabilité comme ligne directrice dans l'élaboration de nouvelles politiques publiques**



### #18 **Encourager le report modal vers les mobilités douces et les transports en commun**

Dans tous les cas de figure, et même si l'électricité produite devait être entièrement décarbonée, la voiture électrique ne sera jamais aussi vertueuse que d'autres types de mobilités : les mobilités douces (marche, vélo...) et les transports en commun. La soutenabilité et le report modal doivent donc demeurer des lignes directrices des politiques publiques. Dans un Luxembourg à un million d'habitants et 500.000 frontaliers à l'horizon 2050, il est inenvisageable de voir le nombre de voitures sur les routes, fussent-elles électriques, progresser à la même vitesse et dans les mêmes proportions que la population et l'emploi.

# Liste des graphiques

<b>Graphique 1 :</b>	Émissions mondiales de gaz à effet de serre par secteur (2016)	13
<b>Graphique 2 :</b>	Consommation de carburant du transport routier par mode de transport au Luxembourg en 2022	14
<b>Graphique 3 :</b>	Efficiency des différents types de motorisation en 2020 et 2050	16
<b>Graphique 4 :</b>	Impact en matière d'émissions de CO <sub>2</sub> sur l'ensemble du cycle de vie d'une voiture (200.000 km parcourus), en fonction du type de motorisation et de la source de production de l'électricité	17
<b>Graphique 5 :</b>	Évolution du nombre total de nouvelles immatriculations par trimestre au Luxembourg entre le 4 <sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3 <sup>ème</sup> trimestre 2023	21
<b>Graphique 6 :</b>	Âge du parc automobile de véhicules particuliers par pays fin 2021	22
<b>Graphique 7 :</b>	Accises et taxes sur le carburant en % du PIB au Luxembourg (hors TVA)	24
<b>Graphique 8 :</b>	Évolution mondiale des ventes et de la part de marché des véhicules électriques depuis 2012	26
<b>Graphique 9 :</b>	Évolution du prix des packs de batteries lithium-ion (USD/kWh réels de 2022)	27
<b>Graphique 10 :</b>	Évolution estimée du coût des packs de batteries lithium-ion d'ici 2030 (USD/kWh réels de 2022)	27
<b>Graphique 11 :</b>	Évolution de la part de marché des voitures électriques dans les nouvelles immatriculations au Luxembourg, dans ses pays voisins et dans l'Union européenne	28
<b>Graphique 12 :</b>	Évolution de la part de marché des véhicules électriques dans les immatriculations de voitures neuves en Norvège en comparaison avec d'autres pays européens	29
<b>Graphique 13 :</b>	Répartition du parc automobile par type de motorisation au Luxembourg fin octobre 2023 ( <i>total = 100%</i> )	31
<b>Graphique 14 :</b>	Évolution des parts de marché des nouvelles immatriculations par type de motorisation au Luxembourg ( <i>entre le 3<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023</i> )	32
<b>Graphique 15 :</b>	Évolution des nouvelles immatriculations par catégorie de motorisation au Luxembourg ( <i>entre le 3<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023</i> )	33
<b>Graphique 16 :</b>	Évolution de la part de l'électrique dans les nouvelles immatriculations selon le type d'acquéreur au Luxembourg ( <i>entre le 3<sup>ème</sup> trimestre 2017 et le 3<sup>ème</sup> trimestre 2023</i> )	34
<b>Graphique 17 :</b>	Évolution de la part des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans le parc automobile luxembourgeois depuis 2018 vs. objectif 2030	35
<b>Graphique 18 :</b>	Part des voitures électriques dans le total des nouvelles voitures immatriculées jusqu'au T3 2023 et trajectoire à suivre pour arriver à 100% en 2035	36
<b>Graphique 19 :</b>	Modèle de diffusion (taux d'adoption) d'une innovation selon l'économiste Everett Rogers	37
<b>Graphique 20 :</b>	Parts de marché réelles des nouvelles immatriculations de voitures électriques entre T3 2017 et T2 2023, et prédictions d'évolution par trimestre jusqu'en T1 2035	38
<b>Graphique 21 :</b>	Évolution des nouvelles immatriculations de voitures électriques en Norvège et au Luxembourg alignée à la barre des 10%	39
<b>Graphique 22 :</b>	Pourcentage des ventes de voitures électriques en fonction de la typologie de l'habitat par pays	40
<b>Graphique 23 :</b>	Évolution de la densité d'énergie des packs de batteries lithium-ion entre 2008 et 2020	45
<b>Graphique 24 :</b>	Performance des batteries selon la température extérieure	46
<b>Graphique 25 :</b>	Évolution du prix des carburants et de l'électrique pour 100 km parcourus en voiture catégorie M1	51

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b>	Objectifs climatiques européens et luxembourgeois à l'horizon 2030 (objectifs avant révision des objectifs au niveau de l'Union européenne, entre parenthèses)	12
--------------------	--	----



**RÉDACTION :**

**Thibaud BASTIEN**

(House of Sustainability)

**Lucie MARTIN**

(Affaires économiques)

**Anthony VILLENEUVE**

(Affaires économiques)

Chambre de Commerce

**CONCEPT ET LAYOUT :**

Fargo

PRINTED IN  
LUXEMBOURG

Janvier 2024

**CHAMBER**  
**OF COMMERCE**  
**LUXEMBOURG**  
**POWERING BUSINESS**

HOUSE OF  
**SUSTAINABILITY**  
powered by Chamber of Commerce  
& Chambre des Métiers