



**Étude des solutions techniques de perception
d'une taxe sur les véhicules électriques sans
recours à la géolocalisation des véhicules**

Résumé de l'étude de PTOLEMUS pour l'Office Fédéral des
Routes (OFROU)

5 mai 2023

Réf. 2022-12-SWI-2

(Traduction de la version originale en anglais)

Ce document est le résumé de l'étude réalisée par PTOLEMUS Consulting Group à la demande de l'Office Fédéral des Routes (OFROU) entre janvier et mars 2023. L'objectif de cette étude était d'identifier, de sélectionner et d'évaluer la faisabilité technique de solutions permettant la perception d'une taxe sur l'utilisation du réseau routier suisse par les véhicules électriques sans avoir recours à la localisation de ces véhicules. Par véhicules électriques (VE), on inclue les véhicules à propulsion entièrement électrique, les véhicules électriques hybrides lorsqu'ils utilisent de l'énergie électrique et les autres véhicules à zéro émission. Cette taxe compléterait la taxe existante sur les huiles minérales appliquée aux véhicules à moteur à moteur thermique.

I. Introduction

En Suisse, les recettes de taxe sur les huiles minérales sont de plus en plus affectées par l'adoption rapide par la population des véhicules électriques (VE), qui, par définition, ne génèrent aucune recette au titre de cette taxe (ou des recettes moindres dans le cas des véhicules électriques hybrides).

La situation est aggravée par le fait que les véhicules à moteur à combustion interne sont de plus en plus économes en carburant et consomment donc de moins en moins pour parcourir la même distance, impactant ainsi négativement les recettes de cette taxe sur les huiles minérales. À l'avenir, cette situation devrait d'ailleurs s'accélérer en raison du décollage des ventes de véhicules électriques.

Plusieurs pays dans le monde sont confrontés à des problèmes similaires et ont exploré divers moyens d'établir des sources de taxation alternatives appliquées à ces nouveaux types de véhicules. Cela a conduit à l'expérimentation et à la mise en œuvre de systèmes de tarification à l'usage des routes (Road User Charging ou RUC) visant à taxer les véhicules pour leur utilisation des infrastructures routières (généralement basés sur le kilométrage parcouru).

Plusieurs systèmes de tarification à l'usage ont déjà été mis en place. De nombreux pays européens ont en effet mis en place dans les deux dernières décennies des systèmes de ce type pour les poids lourds, notamment la Suisse, l'Allemagne, la Belgique, la République tchèque, la Slovaquie, la Bulgarie, etc.

Les Pays-Bas évaluent également la possibilité de mettre en place un système de tarification à l'usage pour les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers (VUL) d'ici 2030. L'étude qu'ils ont récemment menée a mis en évidence les incertitudes liées au coût de déploiement d'une telle solution, mais aussi les effets directs et indirects sur le bien-être des citoyens.

Aux États-Unis, des études, des projets pilotes et des programmes de tarification à l'usage ont été menés dans 38 États, notamment dans presque tous les États de l'ouest du pays. Il est intéressant de noter que 8 États ont testé des solutions sans géolocalisation, soit en mettant en œuvre un système de déclaration manuelle (c'est-à-dire une lecture directe du kilométrage sur le compteur kilométrique du véhicule), soit en automatisant un processus par lequel les conducteurs envoient une photographie de leur compteur prise par un smartphone ou installent un boîtier télématique qui lit le kilométrage de la voiture et le transmet à un système central.

La Suisse est l'un des tout premiers pays européens à étudier de manière approfondie la mise en œuvre d'un système de tarification à l'usage pour tous les véhicules électriques, y compris les voitures des particuliers. Entre 2020 et 2022, une première étude sur ce sujet a été réalisée. Cette étude prenait en considération de cibler toutes les catégories de véhicules (voitures particulières, véhicules utilitaires légers, poids lourds, autobus, autocars et motos) et d'appliquer la taxe tant aux véhicules suisses qu'étrangers. L'étude recommandait alors la mise en œuvre d'une solution de mesure de l'usage utilisant les technologies de positionnement par satellite (Global Navigation Satellite System ou GNSS) et de

communications mobiles. Une telle solution permettrait d'enregistrer avec précision le kilométrage parcouru en Suisse par chaque véhicule et de transmettre ces données à un système central, dans le respect des exigences en matière de protection des données personnelles.

Cependant, et malgré cette volonté de mettre en œuvre des mesures spécifiques de protection de ces données personnelles, le gouvernement suisse a exprimé le besoin de prendre en considération des solutions qui évitent, dans la mesure du possible, l'enregistrement des données de géolocalisation des citoyens suisses et en particulier de leurs trajets.

L'Office fédéral des routes (OFROU) a demandé au cabinet de conseil PTOLEMUS Consulting Group (ci-après dénommé PTOLEMUS) d'identifier des solutions alternatives de mesure de l'utilisation des infrastructures qui ne reposeraient pas sur l'enregistrement des trajets des citoyens.

Il a été demandé à PTOLEMUS de tirer parti de son expérience en matière de péages électroniques, de systèmes de tarification à l'usage et de mobilité électrique ainsi que de recherches primaires et secondaires spécifiques pour :

- identifier le plus grand nombre possible d'approches alternatives potentielles à considérer par la Confédération Suisse,
- comparer leur faisabilité,
- recommander les options les plus réalistes,
- fournir une évaluation approfondie de 2 à 3 de ces solutions.

La **solution devrait répondre aux 5 conditions préalables suivantes :**

1. mesurer la distance parcourue par les véhicules uniquement en Suisse,
2. se concentrer sur les véhicules électriques fonctionnant sur batterie, les véhicules hybrides rechargeables et les autres véhicules à zéro émission,
3. prendre en compte les caractéristiques du véhicule (poids, puissance du moteur, etc.),
4. s'adresser aux véhicules étrangers de même type circulant sur le territoire suisse,
5. disposer d'un système de taxation effectif au plus tard en 2030.

En outre, l'OFROU a demandé à PTOLEMUS d'évaluer toutes les solutions techniquement possibles, y compris, par exemple, celles basées sur la mesure de la consommation électrique du véhicule (en tant qu'approche alternative aux méthodes fondées sur le kilométrage).

Enfin, même si elle devait être conçue à l'origine comme une solution alternative à la solution de base utilisant le positionnement satellitaire et les communications cellulaires, la ou les solution(s) identifiée(s) par l'étude pourrai(en)t également être retenue(s) comme la ou les solution(s) préférée(s) si elle(s) venai(en)t à présenter des avantages significatifs par rapport à la solution initiale.

II. Parmi les solutions identifiées, trois ont été retenues pour une analyse plus approfondie, deux basées sur un appareil indépendant du véhicule et une solution digitale basée sur le cloud

En l'espace de 5 semaines, PTOLEMUS a réalisé l'étude des solutions techniques possibles pour répondre au besoin tel que précisé ci-dessus. PTOLEMUS a d'abord commencé par analyser les solutions existantes ou testées dans d'autres pays du monde, en particulier dans les systèmes de tarification à l'usage des États-Unis.

Parmi les solutions testées aux États-Unis, la première méthode identifiée consiste à communiquer la valeur de son compteur kilométrique par l'intermédiaire d'une application mobile ou d'un processus totalement manuel d'enregistrement annuel. Celle-ci semble être la plus simple, mais elle nécessite que chaque usager pense constamment à la mettre en œuvre.

Les solutions les plus automatisées déployées aux États-Unis reposent sur l'installation dans chaque véhicule de boîtiers télématiques qui enregistrent et communiquent à un système central le kilométrage du véhicule, mais n'intègrent pas de géolocalisation, ce qui serait nécessaire en Suisse pour garantir que le kilométrage parcouru à l'étranger est décompté.

Il est intéressant de constater que la quantité d'énergie électrique des véhicules n'est jamais utilisée dans les projets pilotes actuels. Seul l'État du Vermont a envisagé ce type d'approche pour les véhicules en provenance d'autres États et sous la forme d'une taxe complémentaire mise en place uniquement sur la facture d'électricité consommée sur les bornes de recharge publiques de l'Etat.

PTOLEMUS a identifié en tout 12 solutions appartenant à 4 catégories, comme indiqué ci-dessous.

Liste des 12 solutions techniques identifiées par PTOLEMUS

 Utilisateur du véhicule	Utilisateur	▸ Evaluation individuelle ▸ Application mobile
 Véhicule	Véhicule	▸ Compteur kilométrique ▸ Bluetooth ▸ Géo-localisation (GPS) ▸ Extension du e-Call ▸ Energie utilisée
 Dispositif externe	Dispositif	▸ Badge DSRC/RFID ▸ Boîtiers de télématique
 Infrastructure	Infrastructure	▸ Caméras ALPR ▸ Cloud / data hub ▸ Electricité pour la recharge

Source : Analyse PTOLEMUS

Les 12 solutions identifiées peuvent être groupées selon les 4 catégories différentes :

- **Les solutions basées sur l'utilisateur (du véhicule)** dépendent de chaque utilisateur et de son environnement technique. La méthode la plus élémentaire consisterait en une simple déclaration du kilométrage de chaque véhicule par son utilisateur, comme cela a été testé dans le cadre de quelques projets pilotes aux États-Unis. L'utilisation d'applications mobiles offre des possibilités très intéressantes car celles-ci utilisent à la fois la position satellitaire (généralement activé par les utilisateurs pour des applications telles que Google Maps, Apple Maps ou Waze) et une capacité de communication avec un système central. Cependant, les applications mobiles présentent aussi des inconvénients importants. Par exemple, une telle solution obligerait à avoir constamment son téléphone sur soi pour prendre son véhicule et à vérifier systématiquement que l'application est bien activée pour chacun de ses déplacements. Mais aussi, la présence de plusieurs smartphones dans un même véhicule pourrait conduire à comptabiliser plusieurs fois un trajet, etc. Ces difficultés pratiques, combinées au risque de mauvaise manipulation (par exemple, le simple oubli d'activation de l'application à chaque fois que l'on prend son véhicule) ou de fraude, limitent l'intérêt à court terme de telles solutions.
- **Solutions basées sur les véhicules.** Il est un fait que tous les véhicules motorisés enregistrent la distance parcourue, grâce à aux compteurs kilométriques installés par les constructeurs. Une solution intéressante a été identifiée, reposant sur l'utilisation d'une application mobile certifiée qui demanderait aux usagers de prendre une photographie de leur compteur kilométrique régulièrement, et notamment à chaque passage de frontière, et de l'envoyer au système central de l'autorité fiscale. Une telle solution est déjà utilisée dans un certain nombre de projets pilotes aux États-Unis, mais aussi par de nombreuses compagnies d'assurance automobile qui proposent à leurs clients de souscrire des polices d'assurance au kilomètre. Il existe donc déjà un certain nombre de fournisseurs d'applications permettant aux smartphones de certifier la photographie, d'extraire et de partager les données de kilométrage avec un système central.

D'autres solutions techniques basées sur les véhicules ont été identifiées. Elles nécessiteraient l'utilisation de boîtiers télématiques pour accéder et/ou transmettre les données relatives au kilométrage ou à l'énergie à un système central (cf. section suivante). Elles pourraient également nécessiter que chaque constructeur de véhicule procède à des développements spécifiques, par exemple pour mettre à jour le logiciel embarqué de chaque véhicule afin que ce dernier collecte, enregistre et transmette directement les données demandées par l'autorité suisse à un système central. Cela impliquerait que chaque constructeur développe cette couche logicielle spécifique.

PTOLEMUS a également identifié une solution dans laquelle le module de communication cellulaire embarqué dans chaque véhicule utiliserait l'information de changement de réseau mobile pour un passage sur un réseau étranger pour communiquer un événement de passage de frontière, évitant ainsi complètement l'utilisation de la localisation par satellite. La précision d'une telle solution et les cas particuliers où plusieurs réseaux cellulaires étrangers coexistent avec les réseaux suisses (par exemple dans la région de Genève) devraient néanmoins être évalués plus en détail avec la collaboration des opérateurs de réseau mobile.

Ce système pourrait également être remplacé par et/ou combiné avec l'utilisation de caméras de lecture automatique des plaques d'immatriculation (Automatic License Plate Reading ou ALPR) aux postes frontières. En effet, lorsqu'une plaque d'immatriculation d'un véhicule passant la frontière est détectée, le système pourrait alors déclencher une communication avec le dispositif embarqué pour enregistrer le kilométrage au moment du passage de frontière et décompter le kilométrage effectué en dehors de la Suisse.

Enfin, l'analyse de PTOLEMUS a également permis d'identifier une autre option liée au système eCall (appel d'urgence) européen. En effet, tout nouveau modèle de véhicule motorisé léger (voiture ou VUL) homologué dans l'Union Européenne (UE) depuis avril 2018 dispose désormais d'un module eCall ; il intègre un modem cellulaire pour établir une communication avec les services d'urgence lors d'un accident et il transmet également des données sur le véhicule telles que sa position géographique ou la sévérité de l'accident. La Commission Européenne envisage actuellement la mise en place d'une procédure visant à réaliser des tests réguliers des systèmes eCall embarqués sur tous les véhicules. Cette procédure de test pourrait être étendue pour transmettre des données kilométriques en complément des données sur l'état du système eCall. Cette option serait d'autant plus pertinente que le déploiement de l'eCall aux voitures et VUL est susceptible d'être étendu aux poids lourds et aux motos dans les années à venir par l'UE.

- **Solutions basées sur des boîtiers externes.** La première solution mettant en œuvre des dispositifs externes s'appuierait sur le déploiement de badges ou transpondeurs DSRC (Direct Short Range Communications). Cette technologie est utilisée dans le péage électronique dans de nombreux pays européens (Autriche, France, Espagne, Italie, etc.) et repose sur un petit boîtier (badge ou transpondeur) généralement placé sur le pare-brise à l'intérieur du véhicule. Sur le plan de l'infrastructure, cette solution nécessiterait le déploiement sur l'ensemble du réseau routier suisse de lecteurs DSRC enregistrant le passage des véhicules, soit un investissement très conséquent. De plus, cette solution risquerait de générer un sentiment chez les citoyens d'être suivis dans chacun de leurs déplacements, et d'avoir un impact visuel négatif sur le paysage, puisque ces lecteurs nécessiteraient l'installation de pylônes et / ou portiques métalliques à intervalles réguliers le long de ou au-dessus de toutes les routes du pays.

La seconde possibilité consisterait à utiliser des dispositifs télématiques installés dans chaque véhicule, qui accèderaient aux données d'usage du véhicule (telles que l'électricité ou le kilométrage). Pour répondre pleinement aux exigences du gouvernement suisse et permettre de retrancher la distance parcourue en dehors du pays, ces dispositifs devraient être dotés d'une capacité de communication cellulaire intégrée et, sur le plan de l'infrastructure, de caméras de lecture automatique des plaques d'immatriculation.

- **Solutions basées sur l'infrastructure.** La première solution technique de ce type identifiée par PTOLEMUS consisterait à déployer des caméras de lecture automatique des plaques d'immatriculation sur les routes de l'ensemble du pays, ce qui entraînerait un risque accru de rejet par les citoyens d'un système qui suivrait tous leurs déplacements et ne permettrait d'ailleurs qu'une estimation approximative de la distance parcourue par chacun.

Le deuxième type de solutions s'appuierait sur la mesure de l'électricité quittant le réseau électrique pour aller charger les véhicules. L'utilisation des kilowattheures (kWh) comme base de calcul est analysée plus en détail dans le chapitre suivant (III). Bien que son principe soit similaire au modèle de taxation utilisé pour les huiles minérales, le fait de compter des kWh au lieu de litres d'essence fournis à chaque véhicule n'est pas une solution recommandée par PTOLEMUS. En effet, le principal point bloquant est que l'analogie entre les deux systèmes s'arrête lorsque l'on considère que la distribution de l'essence est gérée et contrôlée jusqu'à chaque station-service, alors que contrôler l'utilisation de l'électricité nécessiterait l'accès au réseau privé de distribution électrique au sein de tous les foyers (et lieux de travail). Or ce dernier est conçu pour permettre un accès global à l'électricité par tous les ménages et non pour fournir des données de consommation par prise ou par type d'utilisation.

Le troisième type de solution technique serait une **solution basée sur le digital et le cloud** qui tirerait parti de la connectivité préexistante de la quasi-totalité des véhicules électriques. Dans la chaîne de valeur, de nouveaux acteurs, les Hubs de Données des Véhicules (HDV), sont apparus et

peuvent fournir des données sur les véhicules de multiples constructeurs (pour bientôt couvrir tous les constructeurs). La solution, fondée sur la connectivité à des serveurs distants ou "clouds", pourrait donc simplifier le processus d'accès à une donnée, car elle se trouve déjà être disponible dans ces clouds.

Chacune des solutions techniques ci-dessus a été analysée et évaluée de bout en bout par **PTOLEMUS** qui **a pris en compte les 5 conditions préalables définies par le gouvernement suisse**.

L'étude couvre également le cycle de vie complet de l'utilisateur, c'est-à-dire qu'elle commence par le processus d'installation (le cas échéant) dans chaque véhicule ainsi que les besoins de mise en place (le cas échéant) par chaque utilisateur ; elle considère également différentes approches pour collecter et traiter les données d'utilisation du véhicule (km ou kWh), et enfin elle évalue les conditions nécessaires à l'application d'une taxe (par exemple, vérifier si la mesure est correcte, s'il n'y a pas eu d'altération ou d'utilisation abusive ou détournée du dispositif de mesure, etc.)

Suite à cette première analyse de PTOLEMUS, **l'OFROU a alors sélectionné les 3 options techniques suivantes pour que PTOLEMUS les étudie de manière plus approfondie dans la deuxième phase du projet** :

- **Option 1** - Installation d'un nouveau dispositif d'enregistrement de la distance (km) (un hubodomètre) fixé à la roue du véhicule et connecté à un système central ;
- **Option 2** - Installation d'un dispositif de télématique dans chaque véhicule pour enregistrer l'énergie électrique consommée par le véhicule (kWh) et le connecter à un système central ;
- **Option 3** - Accès aux données du véhicule (km ou kWh) par un service digital basé sur le cloud, lui-même connecté à un système central.

Ce choix a été motivé par la volonté de l'OFROU de privilégier des solutions de perception fiscale qui ne dépendent pas de manière excessive d'acteurs tiers et qui soient suffisamment robustes contre la fraude.

Avant d'aborder en détail les différentes options, le chapitre suivant est consacré à la question fondamentale de la faisabilité de l'utilisation de l'électricité comme base d'une taxe sur les véhicules électriques.

III. L'utilisation des données de consommation d'électricité comme base d'imposition semble peu pertinente car elle nécessiterait un calcul dépendant de chaque constructeur et ne serait donc pas égale pour tous

Comme expliqué ci-dessus, au cours de la phase initiale d'analyse, et dans le cadre des options 2 et 3, l'OFROU a demandé à PTOLEMUS d'évaluer la faisabilité de l'utilisation de l'électricité comme base de taxation, adoptant ainsi une approche similaire à celle utilisée aujourd'hui pour la taxe sur les huiles minérales. S'appuyant tant sur son expérience préalable que sur les analyses et entretiens avec 22 interlocuteurs interviewés dans ce cadre (distributeurs d'électricité, opérateurs de bornes de recharge, fournisseurs de services télématiques, HDV et constructeurs automobiles) dans 8 pays, PTOLEMUS a réalisé une évaluation détaillée de sa faisabilité selon 3 axes différents et est parvenu à la conclusion qu'aucune n'était facilement réalisable.

1. La mesure des kWh provenant du réseau électrique n'est possible que sur les bornes de recharge publiques

D'après l'analyse de PTOLEMUS, il serait possible d'établir une taxe basée sur la consommation électrique des stations de recharge publiques (de la même manière que pour l'essence et le diesel) en associant la taxe à la consommation de kWh du véhicule depuis le réseau électrique. La technologie, les protocoles et les échanges de données électriques existants utilisés par les opérateurs de points de charge publics le permettent.

Toutefois, d'après les statistiques actuelles sur la recharge des véhicules électriques, le coût moins élevé de la recharge à domicile ou sur le lieu de travail fait que la recharge publique reste la solution la moins populaire, avec seulement 10% de tous les événements de recharge en Suisse, une donnée confirmée par les entretiens.

Les compagnies de distribution d'électricité interviewées telles qu'Axpo, BKW ou CKW indiquent qu'elles ne sont pas en mesure de fournir le détail de la consommation d'électricité de chaque foyer, même si ceux-ci disposent de compteurs intelligents. D'après les entretiens effectués par PTOLEMUS, sur la base des systèmes actuels, y compris le déploiement de compteurs intelligents, il serait très complexe d'identifier sur quelle prise un véhicule électrique serait rechargé, ou de différencier les événements de recharge de véhicule électrique des autres événements classiques de consommation d'électricité... à moins qu'une ligne électrique dédiée avec un compteur spécifique ne soit déployée et utilisée obligatoirement et exclusivement pour toute recharge de véhicule électrique. En outre, les véhicules électriques utilisent de plus en plus le freinage régénératif et des panneaux solaires en toiture pour produire leur propre énergie, ce qui signifie que le réseau électrique n'est potentiellement pas la seule source d'énergie utilisée par les véhicules électriques pour se charger.

2. La mesure du nombre de kWh entrant dans chaque véhicule (électricité entrante dans le véhicule) pose également des problèmes techniques importants

Contrairement à ce que l'on pourrait attendre intuitivement, la quantité d'électricité entrante dans un véhicule électrique n'est pas une donnée facilement accessible aujourd'hui. Il est en effet nécessaire de l'estimer, en collectant plusieurs données différentes pendant les opérations de charge (tension du courant entrant, état de charge, etc.), et d'effectuer un calcul spécifique à chaque situation de charge et à chaque véhicule (charge rapide, station de charge publique normale, borne de charge à domicile, prise de courant à domicile, etc). Pour cela, il faudrait que chaque constructeur fournisse des données et formules de calcul spécifiques, qui dépendent des caractéristiques du véhicule, des cellules de sa batterie, des courbes de charge préprogrammées par son système de gestion électrique, etc. De plus, les constructeurs automobiles ayant la capacité à effectuer des mises à jour logicielles de leurs véhicules à distance (en particulier pour augmenter les performances de ces véhicules), ces méthodes d'estimation risqueraient alors de devoir être constamment remises à jour. Mais l'aspect le plus délicat serait le processus lui-même,

car il impliquerait que les constructeurs automobiles communiquent de manière transparente leur méthodes d'estimation complètes, ce qui permettrait une comparaison entre les modèles sur l'une des données les plus stratégiques pour eux, l'efficacité énergétique des véhicules.

Enfin, compte tenu de la faible maturité de l'industrie des batteries des véhicules électriques, démontrée par le passage actuel de Tesla de la chimie Lithium-Ion à la chimie Lithium-ferro-phosphate (LFP) pour ses nouveaux modèles, la définition et l'application d'une méthode de calcul harmonisée entre constructeurs ne semble pas réaliste.

En résumé, pour établir une nouvelle taxe sur une base équitable, il faudrait que la quantité d'électricité entrante en kWh soit basée sur la même mesure pour tous les modèles et toutes les marques de véhicules. Malheureusement, l'analyse montre que cela serait impossible car il n'existe pas de valeur réelle et mesurable de la quantité d'électricité entrante, et seules des estimations pourraient être obtenues.

3. La mesure des kWh utilisés pour déplacer le véhicule (consommation d'énergie du véhicule) est encore plus complexe

Enfin, l'analyse a également pris en compte le fait qu'une partie de la charge électrique des véhicules pourrait être utilisée à l'avenir comme stockage pour le réseau électrique. En effet, la crise énergétique actuelle a accéléré le travail sur des scénarii de type V2G (Vehicle-to-Grid), permettant aux véhicules électriques de restituer de l'énergie au réseau lors des pics de consommation, permettant d'éviter alors des coupures de courant, comme la Californie a pu l'expérimenter pendant l'été 2022.

Dans ce scénario technique, PTOLEMUS a analysé la possibilité d'isoler l'utilisation de l'énergie électrique utilisée pour le déplacement de chaque véhicule sur l'infrastructure routière.

Au cours des entretiens, PTOLEMUS a confirmé que certains fournisseurs de services de gestion de flottes de véhicules fournissent des chiffres sur l'énergie électrique utilisée par les VE, dans un but de reporting interne d'indicateurs de performance. Cependant, il est important de comprendre que dans ce cas, les kWh obtenus ne sont que des estimations permettant de comparer des véhicules similaires au sein d'une même flotte.

Le résultat de l'analyse a montré qu'un tel scénario technique reposerait alors sur des calculs encore plus complexes, et surtout encore plus dépendants des constructeurs automobiles et des fournisseurs de batteries, pour accéder à des données qui ne seraient qu'estimatives. Globalement, cette mesure ne serait donc pas fiable et comparable pour l'ensemble des véhicules circulant en Suisse.

Finalement, aucun des systèmes basés sur la consommation d'électricité ne semble donc suffisamment simple et précis pour un futur mécanisme de taxe à l'usage des routes.

IV. L'option 1 s'appuierait sur des boîtiers externes issus du monde de la logistique pour les étendre aux véhicules particuliers

Dans l'option 1, de nouveaux dispositifs, des hubodomètres, seraient utilisés pour enregistrer le nombre de kilomètres parcourus par tous les véhicules motorisés. Aujourd'hui, les hubodomètres sont des dispositifs utilisés en Nouvelle-Zélande et en Australie pour mesurer la distance parcourue par les camions et reposent sur le comptage du nombre de rotations des roues. Ils sont montés sur l'extérieur de l'essieu du véhicule et peuvent fournir des comptages précis grâce à l'utilisation de contrepoids internes qui empêchent leur propre rotation, ce qui pourrait entraîner une sous-estimation. Aujourd'hui, les hubodomètres sont conçus uniquement pour les poids lourds.

Photographie d'un hubodomètre pour camion



Source: Veeder-Root

L'adaptation des hubodomètres aux véhicules particuliers pose de nombreux problèmes à la fois esthétiques, mais aussi fonctionnels et sécuritaires. Etant directement montés sur la roue, ils empêchent l'utilisation d'enjoliveurs sur les roues. Avec un hubodomètre fixé sur la roue, le remplacement d'un pneu crevé dont la roue est équipée d'un hubodomètre soulève des questions telles que : l'hubodomètre a-t-il été correctement réinstallé ? L'hubodomètre peut-il mesurer avec précision la distance lorsqu'il est installé temporairement sur une roue de secours ? Doit-on alors faire systématiquement appel à un installateur certifié pour changer le pneu dont la roue est équipée d'un hubodomètre ? Et ainsi de suite. Ces problématiques pratiques risquent de revenir régulièrement, par exemple lors du changement des pneus hiver/été.

Par ailleurs, sur les hubodomètres actuels, la distance parcourue par le véhicule ne peut être lue que manuellement par un opérateur. Pour que le dispositif puisse être utilisé dans le cadre du système de tarification à l'usage Suisse, un nouveau design devient nécessaire, avec de nouvelles fonctionnalités pour permettre, d'une part, la détection du franchissement de frontière (afin de n'enregistrer que les kilomètres parcourus en Suisse) et, d'autre part, la communication pour transmettre les données à un système central. Pour les voitures particulières, le nouveau design nécessiterait également une miniaturisation significative, ce qui augmenterait son coût actuel.

La nouvelle génération d'hubodomètres qui arrive actuellement sur le marché permet d'intégrer une couche d'intelligence en incluant un module GNSS (positionnement par satellite) et cellulaire. L'un des fournisseurs d'hubodomètres interrogés par PTOLEMUS a fait part de son intention de lancer cette année un produit de nouvelle génération, mais toujours pour le marché des poids lourds, et sans intention de l'adapter aux voitures particulières. Si le gouvernement suisse décidait de mettre en œuvre de nouveaux hubodomètres pour les véhicules particuliers, des développements importants (et donc coûteux) seraient donc à prévoir, et l'ensemble du dispositif devrait être analysé pour garantir à la fois sa compatibilité avec

les certifications de sécurité routière et la praticité du processus d'installation et de réinstallation par les utilisateurs.

En outre, pour mettre en œuvre l'option 1 (et les autres options), un système central est nécessaire afin de collecter les données, gérer les comptes d'utilisateurs, établir un lien avec l'identité et les comptes bancaires des contribuables. Il s'agit d'une plate-forme logicielle semblable à celles utilisées dans les systèmes de péage électronique.

D'un point de vue économique, PTOLEMUS estime que chaque hubodomètre coûterait environ 140 Francs Suisses et nécessiterait un service d'installation de deux heures par un installateur certifié. Une fois en place, il faudrait compter 1 Franc supplémentaire par mois et par véhicule pour la connectivité de chaque hubodomètre au système central.

Les hubodomètres présentent certains avantages, par exemple leur indépendance des constructeurs automobiles, et aussi la nature relativement simple de leur technologie.

Cependant, les hubodomètres présentent aussi de sérieuses limitations, notamment le fait qu'à ce jour, ils ne soient pas disponibles dans un format adapté aux voitures et aux véhicules utilitaires légers (et, même s'ils l'étaient, ils entraîneraient les complexités pratiques évoqués ci-dessus). Plus profondément, ils soulèvent de nouveaux problèmes tels que les challenges en matière de conformité avec les normes de sécurité automobile, la nécessité de disposer d'un réseau d'installateurs certifiés pour les poser, le fait qu'aucun fournisseur identifié ne cible les véhicules particuliers et, enfin, le coût global important de la mise en place d'un tel système.

PTOLEMUS recommande donc de ne pas utiliser d'hubodomètres pour les raisons suivantes :

- a. la complexité liée à la conception de ces dispositifs très miniaturisés pour une très grande variété de véhicules, ce qui peut engendrer des problèmes d'approvisionnement (nombre insuffisant de fournisseurs intéressés, petite taille des fournisseurs, risques de livraison, etc.)
- b. les défis opérationnels et d'installation importants pour un programme national et le fait qu'ils ne pourraient pas être utilisés pour les véhicules étrangers,
- c. le coût total élevé de la solution pour la Suisse.

V. Option 2 : Les boîtiers télématiques peuvent mesurer les kWh, mais ces données ne répondent pas à un objectif de taxation

L'option 2 repose sur l'utilisation de boîtiers télématiques pour enregistrer les kWh. Ces dispositifs connectés doivent être installés dans chaque véhicule après son achat. Certains boîtiers, les clés OBD (On-Board Diagnostics ou diagnostic embarqué) peuvent être branchées sur le port OBD du véhicule pour accéder aux informations du véhicule. Ils intègrent généralement une connectivité cellulaire pour communiquer avec un système central. En général, ces dispositifs sont déployés dans des flottes professionnelles et permettent d'établir une communication avec les gestionnaires de flotte pour des fonctions de base telles que l'envoi des lieux de livraison, la maintenance préventive, etc.

Avec l'augmentation du nombre de véhicules électriques sur le marché, y compris au sein des flottes, le contrôle des performances de la batterie est devenu un élément important, et certains fabricants de boîtiers télématiques sont déjà capables d'accéder aux kWh utilisés par le véhicule. Toutefois, pour remonter ces données, ces boîtiers ne sont utilisés que sur un faible nombre de modèles de véhicules au sein d'un parc

homogène pour lesquels un processus de rétro-ingénierie a été mené par le fournisseur afin de s'assurer que les informations fournies puissent répondre à l'objectif du gestionnaire de parc.

Etendre ces dispositifs à tous les véhicules électriques du marché nécessiterait la mise en place d'un véritable processus industriel de rétro-ingénierie, capable d'accéder à tous les éléments techniques nécessaires pour n'importe quel modèle de véhicule du marché.

L'analyse de PTOLEMUS a montré que l'option 2 risquait également de se confronter à de fortes contraintes opérationnelles et technologiques. **En effet, de plus en plus de véhicules électriques sont conçus sans port OBD** (par exemple la Tesla Model 3, le Jeep Grand Cherokee ou la Mercedes Classe C), ce qui entraîne l'obligation d'utiliser des adaptateurs de prise et de se brancher sur un autre câble à l'intérieur du véhicule. De plus, les constructeurs automobiles déploient de plus en plus souvent des passerelles de sécurité informatique sur le réseau interne de leurs véhicules, ce qui peut constituer un problème important pour les acteurs de la télématique pour accéder aux données du CAN-Bus (Controller Area Network Bus). Enfin, les clés OBD peuvent parfois être difficiles à installer dans certains modèles de véhicules en raison de contraintes physiques liées à la conception du véhicule.

Même si l'utilisation du kWh n'est pas recommandée (conformément aux conclusions de PTOLEMUS présentées ci-dessus dans le chapitre III), cette solution technique permet néanmoins d'accéder et de communiquer des informations relatives à la consommation électrique des véhicules. Dans ce cas, la détection du franchissement de frontière pourrait reposer soit sur la connectivité cellulaire intégrée au sein de l'appareil, soit sur une détection par des caméras de lecture automatique des plaques d'immatriculation situées aux frontières du pays et reliées à la base de données centrale des véhicules, ou encore sur une combinaison des deux approches. Le transfert des données à un système central se ferait grâce à la connectivité de ces boîtiers, à une fréquence qui reste à préciser (par exemple, une fois par mois ou une fois tous les deux mois).

Toutefois la vérification de la bonne application d'un tel système ne serait pas facile pour la simple raison que les kWh enregistrés ne pourraient pas être confirmés par un système externe. Seule la vérification que le dispositif est bien installé et qu'il transmet bien les données est en effet envisageable.

Si ces boîtiers étaient retenus pour mesurer la distance parcourue (km), il serait alors recommandé de tirer parti des initiatives européennes visant à constituer une base de données des kilomètres réels parcourus par les véhicules en Europe pour limiter la fraude aux compteurs kilométriques. En effet, la falsification des compteurs kilométriques électroniques des véhicules d'occasion est assez courante en Europe (50 % des véhicules vendus à l'étranger en 2017), même si des initiatives telles que le certificat Car-Pass en Belgique permettent de les contrer. L'établissement d'un lien avec ces bases de données européennes et le système de mesure donnerait alors des indications complémentaires sur la fiabilité des données utilisées à des fins fiscales. Dans ce contexte, le choix de mesurer les kWh serait encore beaucoup plus compliqué.

D'un point de vue économique, PTOLEMUS estime que chaque boîtier télématique coûterait environ 90 Francs Suisses et nécessiterait un service d'installation de deux heures par un atelier certifié. Une fois en place, il faudrait ajouter 1 Franc par mois et par véhicule pour la connectivité entre chaque dispositif de télématique et le système central.

Les boîtiers télématiques présentent certains avantages importants, tout d'abord parce qu'ils utilisent des technologies mûres et éprouvées (notamment grâce à leur utilisation pour la gestion de flotte), et aussi parce que ces solutions permettent de conserver une indépendance par rapport aux constructeurs automobiles.

Toutefois, les clés OBD présentent également des inconvénients importants, en particulier si le gouvernement suisse décide de mesurer les kWh, ce qui pourrait s'avérer impossible. D'un point de vue

organisationnel, la nécessité de mettre en place une usine de rétro-ingénierie permettant d'accéder aux données électriques de tous les véhicules présents sur le marché et la nécessité de mettre en place, former et suivre un réseau d'installateurs apparaissent comme des inconvénients majeurs.

PTOLEMUS recommande donc de ne pas utiliser de boîtiers télématiques mesurant le kWh, et ce pour 4 raisons principales :

- a. la complexité de l'accès à l'information pertinente de consommation électrique pour tous les modèles de véhicules entrant dans le champ d'application de la taxe,
- b. les contraintes de déploiement à une échelle nationale,
- c. le caractère non adapté de la solution aux véhicules étrangers,
- d. le coût élevé de la solution, directement lié au volume de véhicules sur le marché.

VI. Option 3 : La solution digitale basée sur le cloud semble être la plus simple à déployer et la moins coûteuse des trois options analysées

L'option 3 s'appuie sur les services de connectivité à des serveurs distants (cloud) et d'hébergement sur ces deniers pour accéder aux km ou aux kWh des véhicules. Ces services numériques sont de plus en plus présents sur le marché et font souvent partie des offres sur le milieu de gamme et le haut de gamme des modèles proposés par les constructeurs automobiles à leurs clients.

De plus, depuis avril 2018, tous les nouveaux modèles de véhicules légers motorisés homologués (c'est-à-dire les voitures et les véhicules utilitaires légers) en Europe doivent être dotés du système eCall, qui inclut une connectivité cellulaire. Tous les véhicules sont donc déjà connectés d'une manière ou d'une autre. En parallèle, les constructeurs automobiles investissent de plus en plus dans le déploiement de leur propre solution hébergée sur le cloud pour collecter les informations générées par leurs véhicules et offrir de nombreux types de services avancés. Les données recueillies sur le cloud peuvent en effet être utilisées pour un grand nombre d'applications, notamment l'assurance connectée, la gestion de flotte, etc. La mise en place d'une telle solution nécessite à la fois de garantir la connectivité effective des véhicules (a minima pour la transmission des données kilométriques) et aussi de réaliser l'interfaçage technique du système central avec tous les serveurs des constructeurs automobiles présents sur le marché.

Il conviendrait d'étudier plus en profondeur avec chaque constructeur d'éventuels schémas de repli, notamment dans les cas où le véhicule n'ait pas de couverture réseau mobile (dans certains tunnels, parkings souterrains, dans certaines zones isolées, etc.) pour qu'il puisse continuer à accéder à l'information de kilométrage du véhicule. L'élément intéressant de la chaîne de valeur du marché est la présence d'acteurs intermédiaires, les Hubs de Données des Véhicules (HDV), dont l'activité consiste justement à collecter les données des véhicules connectés de nombreux constructeurs, réduisant ainsi le nombre d'interfaces nécessaires.

L'un des principaux avantages de la solution basée sur le cloud est qu'elle n'implique pas d'investissement dans des boîtiers à installer au sein de chaque véhicule, ni de formation de réseaux d'installateurs comme dans les options 1 et 2. L'investissement et le coût d'exploitation sont donc nettement inférieurs et une combinaison de 2 à 3 HDV pourrait assurer une couverture complète de tous les véhicules présents sur le marché.

Fondée sur une connectivité quasi-permanente (nécessaire dans ce scénario), et son positionnement calculé à partir des constellations satellitaires, la solution basée sur le cloud permet simplement de définir des frontières virtuelles (geofencing) pour le décompte des kilomètres hors de Suisse, fonction simple réalisée directement dans le cloud.

Si la connectivité du véhicule n'est pas toujours disponible, le calcul de la distance pourrait être effectué par chaque véhicule, par exemple à l'aide d'une carte numérique, et le résultat de ce calcul pourrait être envoyé au cloud à des intervalles à déterminer. Toutefois, cette solution nécessiterait un développement logiciel spécifique de la part des constructeurs, raison pour laquelle elle n'a pas été retenue.

Il est important de noter que la solution basée sur le cloud, comme les autres options, nécessite la collecte du consentement du propriétaire du véhicule et du conducteur (s'il est différent), ce qui montre l'importance d'adapter le cadre juridique suisse. Cette adaptation est essentielle et il est recommandé à l'autorité suisse de mettre en place un système de collecte du consentement multi-canaux (affichage sur le véhicule, application mobile, site web, etc.).

D'un point de vue économique, la solution basée sur le cloud apparaît comme la plus économique des trois options grâce à un investissement très faible et à sa capacité à servir plus facilement un grand volume de véhicules. L'Etat Suisse devra prendre à sa charge auprès des constructeurs automobiles (ou HDV) du coût de la connectivité (sauf si celle-ci est déjà active dans le véhicule) et du service d'accès aux données. PTOLEMUS estime que ce service d'accès à la distance parcourue (km) coûterait environ 1,20 Franc Suisse par mois et par véhicule, plus 1 Franc supplémentaire par mois et par véhicule pour couvrir les éventuels coûts de connectivité.

Il semble important à ce stade de se poser la question de la nécessité de la géolocalisation dans cette option. En effet, dans le cas de base envisagé à l'origine (dans l'étude de 2020-2022), le positionnement par satellite et le réseau cellulaire sont requis de manière spécifique pour mesurer la distance parcourue, ce qui pourrait susciter des inquiétudes de la part des citoyens d'être suivi à la trace.

Dans ce cas (option 3), la géolocalisation et la communication cellulaire préexistantes sont aussi utilisées par le véhicule pour permettre de nombreuses applications et services, et ne sont exploitées que de manière très partielle (accès à la donnée de distance ou d'énergie) et à une fréquence très occasionnelle. L'ensemble des données collectées par le cloud reste sur les serveurs de l'infrastructure cloud du constructeur automobile (ou du HDV) sur la base d'un consentement préalable et pour une durée limitée (conformément aux exigences légales en matière de protection des données), et seules la donnée requise (nombre de km ou de kWh) est transmise au système central de tarification à l'usage de la route suisse. De ce fait, il a été considéré que la solution basée sur le cloud n'est pas basée sur la géolocalisation permanente et est donc tout à fait pertinente. En particulier, bien que cette solution repose sur des données de localisation collectées par les constructeurs, le gouvernement suisse ne recevrait que le nombre de kilomètres parcourus en Suisse et non les coordonnées des trajets des véhicules.

Enfin, l'approche reposant sur le cloud présente de nombreux avantages : non seulement elle permet finalement de rester partiellement indépendant des constructeurs automobiles grâce à l'utilisation des HDV, mais elle peut également être étendue à la plupart des segments de véhicules (les constructeurs de poids lourds et de deux-roues commençant en effet à développer leurs propres systèmes de cloud). Il est également **envisageable de l'étendre aux véhicules étrangers**, ce qui la différencie fortement des autres options. A ce titre, il est recommandé d'engager le dialogue avec les autres pays européens (et/ou la Commission Européenne) ; le soutien d'autres pays ayant des projets de mise en place de systèmes de tarification à l'usage, tels que les Pays-Bas, est fort probable. Il est intéressant de noter que la nouvelle loi européenne sur les données (Data Act), qui vient d'être approuvée par le COREPER (Comité des représentants permanents, réunion des États membres de l'UE), devrait aussi faciliter l'accès aux données des véhicules connectés.

Les **deux principaux défis de l'approche basée sur le cloud** sont, selon l'analyse, la nécessité de recueillir le consentement de manière exhaustive, en particulier pour les véhicules étrangers, et, comme expliqué ci-dessus, la très grande complexité de parvenir à une mesure fiable et équitable du kWh si toutefois elle devenait la base de calcul choisie.

Parmi les trois options étudiées, PTOLEMUS recommande donc à la Suisse d'utiliser la solution utilisant le cloud basée sur le kilomètre pour les raisons suivantes :

- a. sa relative simplicité de déploiement, notamment si les HDV y sont associés,
- b. sa capacité à fournir une mesure précise des kilomètres parcourus en Suisse uniquement, sans qu'il soit nécessaire de procéder à d'autres développements techniques dans le véhicule ou de déployer une infrastructure spécifique sur le réseau routier,
- c. son applicabilité potentielle à tous les véhicules concernés, y compris les véhicules étrangers,
- d. son coût relativement faible par rapport aux autres options.

VII. La mise en place d'un nouveau système de taxe routière relève d'un programme de conduite du changement et doit s'inscrire dans une démarche de bout en bout

La première complexité liée à la mise en place d'un nouveau système de collecte de taxe routière réside dans le fait que le gouvernement doit définir et mettre en œuvre de nouvelles règles pour les citoyens. Cela signifie qu'il faut commencer par définir et approuver une nouvelle loi spécifique qui adapte le cadre juridique suisse. En fonction de l'option choisie par le gouvernement, et compte tenu de l'alignement de la loi suisse sur la protection des données (FADP) sur le Règlement européen Général sur la Protection des Données, dit RGPD de l'UE, les implications juridiques détaillées du nouveau système devront être identifiées et évaluées.

Du point de vue de la gestion de ce projet, la complexité réside dans le fait qu'il faudra établir un mécanisme de collecte de la taxe et une interface avec plusieurs parties prenantes très différentes. Il s'agit en effet de multiples catégories de véhicules et constructeurs, de particuliers propriétaires de véhicules et de flottes d'entreprise, de véhicules suisses et étrangers, et potentiellement de plusieurs pays européens (en particulier les pays voisins), ainsi que de différents fournisseurs de solutions technologiques (fournisseurs de solutions télématiques, HDV, fournisseurs d'hébergement informatique, opérateurs de réseaux mobiles, etc.).

Un tel système devra donc être conçu dans un processus de bout en bout (du propriétaire du véhicule à l'autorité suisse chargée de la collecte) et atteindre un très haut niveau de fiabilité, puisqu'il devra être capable de garantir que le montant de la taxe est exact, qu'il est calculé sur des données robustes et qu'il met en œuvre des processus de collecte sécurisés, qui puissent être audités et certifiés.

Enfin, la relation avec les citoyens apparaît comme un facteur clé de succès. Dans des transitions similaires, de longues périodes d'échange sont souvent nécessaires pour informer et consulter les citoyens, amener toutes les parties prenantes et les associations à contribuer, etc.

Du point de vue du projet, cette relation et ses aspects contractuels devront être inscrites dans un système informatique central et un système de relation clients similaires à celui mis en place par les concessionnaires routiers à travers l'Europe, interagissant avec les contribuables tout au long de leur cycle de vie. Lors des pilotes de tarification à l'usage à travers le monde, les études de satisfaction ont montré que les citoyens

montraient le plus haut niveau d'adhésion et d'engagement lorsqu'on leur proposait des alternatives (et parfois des alternatives très simples). A ce titre, les deux principales alternatives à la solution basée sur le cloud susceptibles de répondre aux exigences du système de taxation sont d'une part l'extension de la procédure de test eCall, et d'autre part l'utilisation d'une application mobile certifiée basée sur la prise de photographie par un smartphone du compteur kilométrique.

Quelle que soit la solution technique retenue, compte tenu de la complexité de l'écosystème des acteurs à coordonner, la difficulté liée à la mise en place d'un nouveau système de taxation ne doit pas être sous-estimée. Il est fortement recommandé par PTOLEMUS de mettre en place une équipe projet disposant de larges compétences (gestion de projet, technologie et systèmes informatiques, mais aussi achats, juridique, finance, marketing et communication, etc.) et d'assurer un haut niveau de visibilité de cette équipe au sein de l'organisation afin de rendre compte régulièrement des mises à jour, des problèmes et de faciliter la prise de décisions. L'un des facteurs clés de succès pour l'autorité suisse sera de privilégier la solution technique la plus simple possible sur la base de critères faciles à comprendre par le grand public.

En effet, pour satisfaire à tous les objectifs d'un grand nombre de parties prenantes, la sur-ingénierie, c'est-à-dire la formulation d'un cahier des charges trop lourd et complexe, est une pratique courante... mais elle génère des risques qui peuvent avoir des conséquences opérationnelles et financières importantes. Par exemple, en 1998, Singapour a choisi de développer son propre système de tarification routière, spécifique et totalement sur-mesure (ERP). Ce système visait à réguler le trafic, à taxer dynamiquement l'usage des routes (164 km de voies rapides et de tunnels) mais aussi à permettre l'accès et le paiement aux parkings. Plus de 20 ans plus tard, Singapour doit à nouveau dépenser environ 600 millions de dollars pour passer à un système de nouvelle génération, plus efficace et moins coûteux en exploitation (programme ERP2). Ce nouveau système, lancé en 2012, a subi de multiples retards, interruptions et d'importants dépassements de budget... Les raisons en sont multiples, mais beaucoup viennent de la complexité excessive de la solution envisagée au départ.

De plus, sur la base des réactions et des commentaires reçus au cours des entretiens menés pour cette étude avec de nombreux experts, PTOLEMUS recommande à la Suisse de lancer, dans les mois à venir, un ou plusieurs projets pilotes de démonstration du concept. Il s'agirait alors d'organiser diverses expérimentations avec les principaux acteurs afin d'affermir les choix techniques et de mieux évaluer l'ensemble du programme et la conception technique du système. Ces projets pilotes devraient inclure a minima : des constructeurs automobiles, des fournisseurs de solutions télématiques, des Hubs des Données de Véhicules, des fournisseurs de solutions informatiques et des fournisseurs de solutions de péage électronique (notamment de systèmes de lecture automatique des plaques d'immatriculation). L'objectif principal des pilotes serait de valider la faisabilité technique des méthodes envisagées ainsi que les moyens nécessaires pour leur optimisation. À titre d'exemple, il est suggéré de mieux comprendre la précision qu'il est possible d'atteindre grâce à la détection cellulaire des frontières (en utilisant uniquement les informations du réseau mobile), et de vérifier si un complément technique est nécessaire ou non pour accroître la précision (par exemple, basée sur la détection par caméra à lecture automatique de plaques). La collecte des cas d'usage des conducteurs qui passent fréquemment la frontière et la compréhension de leurs profils permettrait de confirmer les choix technologiques optimaux à faire et d'anticiper les futures campagnes de marketing et de communication. Plus généralement, ces projets pilotes permettraient également de déterminer de manière beaucoup plus granulaire toutes les interfaces et les paramètres (par exemple, le volume de données) nécessaires à la mise en place d'un système central fonctionnel, à son exploitation et à sa maintenance.

VIII. Finalement, PTOLEMUS recommande de retenir une solution qui s'inscrive pleinement dans l'avenir de la mobilité, basée sur la connectivité des véhicules et le cloud

D'une manière générale, le monde du transport et de la mobilité évolue vers une connectivité omniprésente. Depuis 2018, en Europe, cette connectivité permet à tous les véhicules particuliers de bénéficier d'un système de secours d'urgence, l'eCall, qui permet d'accélérer les interventions en cas d'accident et maximise les chances de sauver des vies sur la route. La Commission Européenne étudie actuellement la possibilité d'étendre ce système eCall aux motos, aux poids lourds ainsi qu'aux autobus et autocars.

Il est un fait qu'aujourd'hui, presque tous les véhicules électriques sont déjà connectés en temps réel et bénéficient de services basés sur le cloud. Outre qu'elle est la méthode la moins coûteuse, l'approche fondée sur le cloud recommandée par l'étude est donc une solution d'avenir. Elle est également plus simple et esthétique, car elle ne nécessite pas l'installation d'un dispositif envahissant dans le véhicule.

L'analyse de PTOLEMUS a montré que des trois options étudiées de manière approfondie, l'approche basée sur le cloud est la seule qui permettrait potentiellement de répondre à toutes les exigences de l'autorité suisse, c'est-à-dire qu'elle pourrait couvrir tous les véhicules légers d'ici 2030 et pourrait être étendue à tous les types de véhicules, ainsi qu'aux véhicules étrangers. En outre, par rapport aux solutions basées sur un boîtier télématique, l'approche basée sur le cloud est plus intéressante sur le plan économique.

De plus, alors que les systèmes de tarification à l'usage rencontrés de par le monde peuvent être extrêmement complexes, la solution recommandée par PTOLEMUS semble tout à fait réalisable sur la base de l'approche décrite ci-dessus. D'un point de vue technique, elle est en fait plus simple que les systèmes de tarification à l'usage traditionnels car elle ne nécessite pas le développement et l'installation d'un boîtier spécifique.

Enfin, d'un point de vue juridique et politique, la Suisse devrait avoir entièrement mis en œuvre le système eCall - fondé aussi sur le positionnement satellitaire et la connectivité des véhicules - d'ici à la fin de 2023, ce qui facilitera le déploiement d'une solution similaire pour la taxation des véhicules électriques.

En résumé, PTOLEMUS recommande à l'autorité suisse de s'appuyer pleinement sur cette tendance mondiale à la mobilité vers la connectivité en optant pour un système basé sur le cloud, évolutif et à l'épreuve du temps, ouvrant ainsi la voie aux autres pays européens.