

Le service du télépéage en France, Télépéage Inter Sociétés (TIS), un des plus grands systèmes interopérable au monde

François MALBRUNOT (LOGMA), Gwenaëlle TOULMINET (ASFA), Nicolas SCHWAB (Vinci Autoroutes)

Introduction

Le télépéage occupe une place essentielle dans le monde des ITS, non seulement par ses concepts techniques et les services associés, mais aussi par sa contribution à une collecte efficace de montants financiers, essentiels pour la construction, les extensions et l'entretien des infrastructures routières et autoroutières, ainsi que leur exploitation.

Le télépéage, qui permet de collecter le péage dû par les véhicules, sans arrêt et en sécurité, en flux canalisé ou en flux libre intégral, est en effet représentatif de ce que les technologies de l'informatique et de la communication (TIC) ont apporté. La mise en œuvre opérationnelle du service du télépéage interopérable est également bien représentative de la complexité de l'organisation des nombreux acteurs indispensables pour qu'un service ITS devienne une réalité¹.

Le télépéage est apparu dès le début des années 80, aux États-Unis (Texas) et en Europe (Norvège en 1986, France sur A4 en 1985), alors que le concept des ITS n'a véritablement émergé qu'au début des années 90, lors du premier congrès mondial ITS tenu à Paris en novembre 1994. À cette époque, les principes de communication véhicule-sol entre un télébadge et un autre équipement sont déjà en place; ils laissent entrevoir ce que sera la collecte du péage pour des flux de véhicules de tous types, à la vitesse du trafic, sur des ouvrages routiers pouvant compter 5 à 6 voies par sens de circulation.

Au départ, basé sur une simple communication dédiée à courte portée (DSRC, Dedicated Short Range Communication), le télépéage permet, sans arrêt du véhicule, de le localiser et de l'identifier au moyen d'un équipement fixe. Grâce aux évolutions des fonctions associées au DSRC, particulièrement en Europe, les équipements embarqués (OBU, On Board Unit) disposent maintenant de véritables bases de données : informations contractuelles, caractéristiques du véhicule, mécanismes de sécurité efficaces et diversifiés, historique de trajets, interface homme-machine pour indication du nombre d'essieux, immatriculation...

En plus des fonctions ci-dessus, les OBUs dits « *multi technologies* », intègrent une localisation embarquée (par GNSS et balises DSRC) et une communication cellulaire (3G ou autre); ces moyens, associés à une cartographie des réseaux à péage, permettent de déployer le concept de portiques de péage virtuels, facilitant le déploiement du télépéage. De plus, grâce à la communication cellulaire, les logiciels et des bases de données portés par les OBUs sont mis à jour à distance (OTA, Over The Air).

Les fabricants d'équipements Européens (**Manufacturers**), prenant en compte ces développements techniques et fonctionnels, délivrent des modèles d'OBU de plus en plus performants (temps de traitement, fiabilité, durée de vie) et miniaturisés, donc optimisés en coûts; ces fabricants sont particulièrement actifs et reconnus dans le monde (près de 30 millions d'OBUs sont en service en Europe et plusieurs dizaines de millions hors d'Europe).

S'appuyant sur ces équipements, les acteurs du télépéage, collecteurs de péage (« *Toll Charger* ») et émetteurs de contrats (« *Electronic Toll Service Provider* ») ont pu déployer une **interopérabilité technique, opérationnelle et contractuelle** et faire émerger des « *services à valeur ajoutée* ». Les émetteurs proposent ainsi aux clients, pour leurs véhicules (**Customers/vehicles**), le service du télépéage, en délivrant des **OBUs interopérables**, acceptés par un très grand nombre de collecteurs de péage, qui ont progressivement mis en place leurs systèmes et leurs interfaces.

1. Pour faciliter la lecture de cet article, un glossaire des différents acronymes est fourni en annexe.

Les spécifications correspondantes, en particulier celles relatives aux interfaces fonctionnels et techniques, se sont développées dans un cadre européen, grâce à la fois, il faut le souligner, à :

- un très important travail de normalisation fonctionnelle et technique menée dans le cadre du CEN (Comité Européen de Normalisation), dès le début des années 90, en association avec l'ISO et l'ETSI);
- une action volontariste de la Commission Européenne, pour le lancement et le financement de projets au niveau européen (A1, CARDME, RCI, REETS, ...), ainsi que l'adoption d'une Directive d'interopérabilité (directive européenne 2004/52/CE) et d'une Décision (Décision 2009/750/CE).

Le concept de l'interopérabilité européenne du télépéage consiste en un OBU unique, dans tout véhicule, accepté dans tous les domaines de péage en Europe et pour tous les services (Péage routier, parking, ferries,...), avec un seul contrat client/émetteur, comprenant la facturation du péage et son règlement. D'extraordinaires avancées ont été réalisées pour atteindre cet objectif, et répondent déjà aux demandes d'une grande majorité des clients pour ce qui concerne les poids lourds (PL pour marchandises et personnes) : **un seul OBU** est utilisable pour la **France (TIS)**, **l'Espagne (VIA-T)**, le **Portugal (VIA Verde)**, des tunnels² en **Belgique** et en **Allemagne**, et des parkings sécurisés en **France** et en **Espagne**! Et, grâce au **projet REETS** en cours, l'utilisation de ce même OBU sera possible à court/moyen terme pour les réseaux et ouvrages routiers en Autriche, Allemagne, Pologne, Italie et pays nordiques.

Dans ce cadre général, le présent article expose le contexte du télépéage en France, dénommé **Télépéage Inter Sociétés (TIS)**.

TIS est un des plus grands systèmes interopérables au monde, mis en service en deux étapes, en 2000 (**Liber-t** pour les véhicules de 3.5 tonnes et moins), et en 2007 (**TIS PL** pour les plus de 3.5 tonnes, camions et bus). **TIS PL**, conforme au SET, **s'appuyant sur des émetteurs Européens**, s'inscrit pleinement dans le contexte Européen et dans le cadre du projet REETS.



Abonné télépéage

Liber-t, conforme aux normes européennes, mais bâti sur une spécification propre à la France, sera prochainement complété par **TIS VL**, conforme au SET, pour les véhicules de 3,5 tonnes et moins, selon les mêmes concepts que **TIS PL**.

L'étude, la conception et la mise en œuvre de ces systèmes et services de péage, ont permis aux sociétés concessionnaires d'ouvrages à péage, aux industriels et aux prestataires d'acquérir une expertise unique au monde. Ainsi, les différents intervenants ont pu contribuer directement à la réalisation de systèmes particulièrement avancés dans le monde, en Californie (SR 91), en Australie, en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, ...

→ Voir inserts N° 1 et 2 en fin du document

Nous présenterons ci-après, après un bref rappel historique, la situation du télépéage en France, dans le contexte **TIS**, l'organisation des acteurs avec séparation des rôles d'émetteurs (ETS Provider) et de Concessionnaires (Toll Chargers), le rôle de l'ASFA et des fabricants de matériels de télépéage interopérables, et le fonctionnement opérationnel. Nous poursuivrons avec un aperçu portant sur les services assurés par les émetteurs et concluons avec les perspectives sur les évolutions et extensions à venir.

Un peu d'histoire du télépéage en France

Au tout début des années 90, les premiers systèmes de télépéage, basés sur différentes technologies de DSRC ont été introduits sur presque tous les réseaux en France (comme en Europe et aux USA). Ces systèmes sont mis en œuvre par les différents industriels présents sur le marché (Thomson, Matra, Combitech, Elsydel/Amtech). Chaque exploitant distribue alors ses télébadges auprès de ses abonnés, usagers de son réseau, opère les équipements et systèmes de collecte du péage, et assure les opérations de gestion et de facturation. En absence de normes internationales, ces systèmes de télépéage, « *propriétaires* », sont incompatibles entre eux (fréquences 915 MHz, 2,4 GHz, 5,8 GHz... et différents protocoles) et limitent l'usage d'un télébadge donné à un seul réseau.

Cette étape a cependant permis, dans un contexte où toutes les modalités de paiement restent possibles (espèces, chèques, cartes, ...) de maîtriser les processus fonctionnels, opérationnels et contractuels du télépéage, et de mesurer son efficacité en termes de débit dans les voies de télépéage (3 à 4 fois plus élevé que dans les voies « *traditionnelles* »), de sécurité des paiements et de confort pour les clients.

2. Tunnel de Liefkenshoek (Belgique), passage sous la Warnow et Herrentunnel (Allemagne).

L'intérêt pour un service unifié sur l'ensemble du réseau français, dans une vision européenne apparaît alors très vite et :

- en 1992, les travaux de normalisation du DSRC autour d'une fréquence unique (5,8 GHz) débutent formellement dans le cadre du TC 278/WG1³ du Comité Européen de Normalisation (CEN), soutenu par la Commission Européenne;
- dès 1994, un projet commun de Télépéage Inter Sociétés est lancé par les Sociétés Concessionnaires d'Auto-roues : deux groupements industriels sont sélectionnés pour un démonstrateur puis un groupement est retenu pour un déploiement limité, en 1999, constituant un système de référence pour TIS.

Les acteurs français (Sociétés Concessionnaires, ASFA, Industriels, experts, services techniques de l'Etat, Direction des Routes, ...) se sont particulièrement mobilisés, au côté des autres partenaires européens pour la réalisation d'un premier ensemble cohérent de normes pour le télépéage DSRC à 5,8 GHz. Ces normes CEN, finalisées en 2004, garantissent la compatibilité des équipements et l'interopérabilité des systèmes et des services. Elles ont permis aux différents industriels européens de concevoir les télébadges et les RSE, puis de les lancer en production avec l'assurance d'un marché porteur, en Europe bien sûr, mais aussi dans le monde (Chili, Brésil, Australie,...). D'autres normes ont suivi, depuis 2004, portant sur le profil DSRC d'interopérabilité européenne (EN 15509), la sécurité, les normes d'essais, Le statut des normes actuelles est présenté dans le schéma ci-après (Figure 1) qui présente les principales normes établies par les organismes internationaux de normalisation (CEN, ISO, ETSI) et l'AFNOR (France)

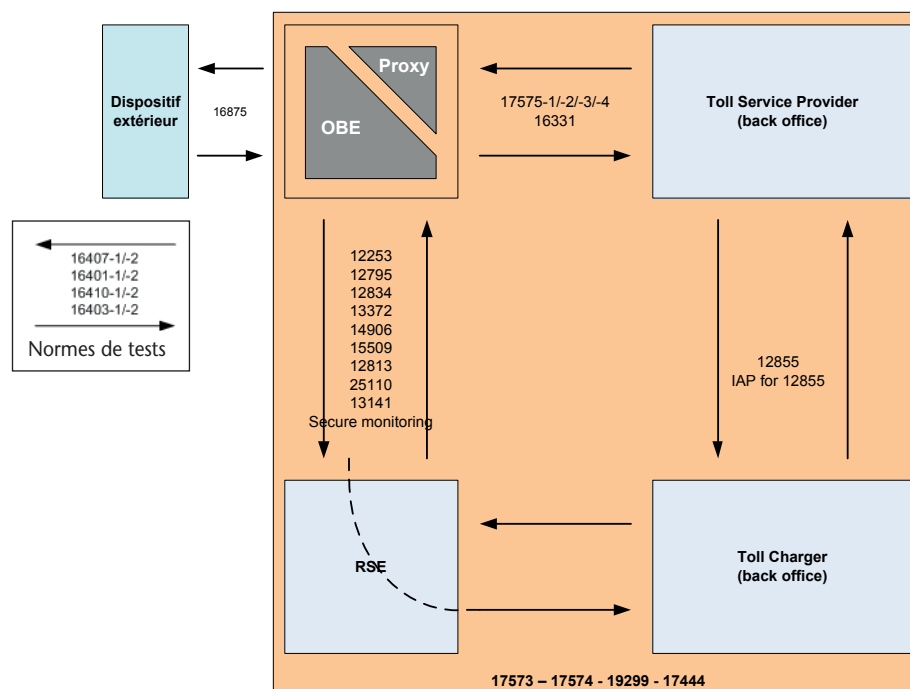


Figure 1 Normalisation Européenne du Télépéage

Il faut aussi souligner les nombreux projets européens, groupes de travail, études, ... qui, à leur échelle, ont fait progresser les concepts d'interopérabilité et contribué aux investissements des parties prenantes : A1, CARDME, CESARE, MEDIA, PISTA, RCI dont la signification est précisée dans le glossaire.

Au-delà de ces travaux fonctionnels et techniques, les Sociétés Concessionnaires d'Autoroutes, pionnières en Europe, ont mis en place, en cohérence avec les travaux de CARDME, le concept de l'interopérabilité du télépéage, bâti sur une identification des rôles et leur séparation :

- les sociétés circulées (Concessionnaires d'Ouvrages à péage ou opérateurs) qui voient passer les véhicules et perçoivent leurs péages;
- les « émetteurs », en relation avec leurs clients, assurant, dans le cadre d'un contrat la diffusion des télébadges, l'envoi des factures et le traitement des règlements, garantissant le paiement aux circulées;
- les clients, qui disposent d'un télébadge (OBU), délivré par les émetteurs, installé dans leur véhicule, pour bénéficier du service de télépéage;
- Les industriels qui fournissent les équipements interopérables, télébadges et balises/communicateurs.

3. Working Group N° 1 du Technical Committee N° 278.

Dans le cadre de **Liber-t**, première interopérabilité nationale au niveau mondial, ouvert le 1^{er} juillet 2000, dédié aux véhicules particuliers, aux deux roues, et aux véhicules commerciaux de 3.5 tonnes et moins, onze entités, membres de l'ASFA, sont identifiées comme **émetteurs**, vis-à-vis de **vingt-cinq sociétés** circulées et d'exploitants de parkings.

→ Cf. Figure 2

Dans le cadre de TIS PL, ouvert le 1^{er} janvier 2007, conforme aux spécifications pour une interopérabilité européenne, dédié aux véhicules de plus de 3.5 tonnes, transports de marchandises et bus, cinq entités européennes sont identifiées comme émetteurs (Axxès, DKV, Eurotoll, Telepass, Total), totalement distinctes de dix-huit sociétés circulées et des exploitants de parkings sécurisés pour Poids Lourds.

→ Cf. Figure 3

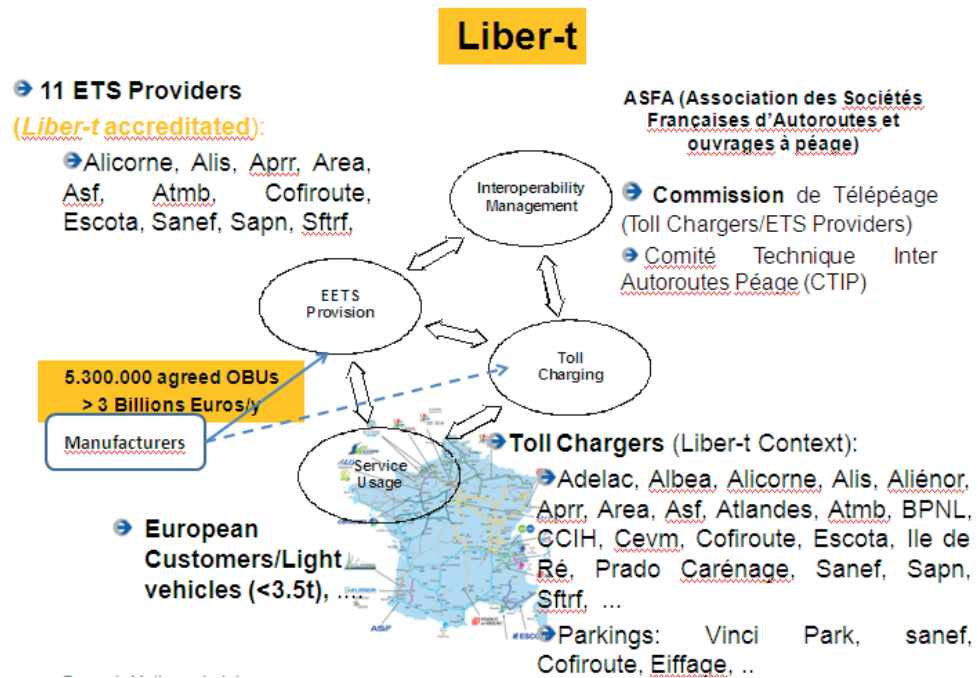


Figure 2 Organisation du service de télépéage Liber-t

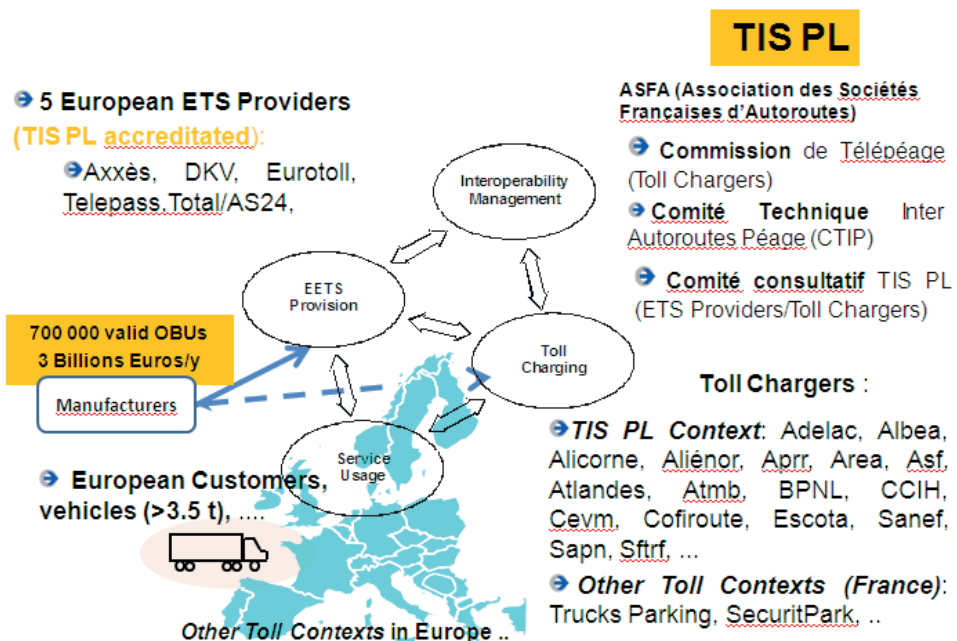


Figure 3 Organisation du service de télépéage TIS PL

Aujourd'hui : Un système de télépéage interoperable qui répond aux attentes européennes

19 sociétés concessionnaires gèrent près de 9 100 km d'autoroutes et 8 ouvrages à péage (5 tunnels, 3 ponts). Le péage est dû pour tout type de véhicules, plus de 3,5 tonnes de PTAC (PL marchandises et bus) et 3,5 tonnes de PTAC et moins (VL particuliers et petits utilitaires).

Le péage est collecté sur 133 barrières pleine voie et 914 échangeurs, soit près de 4°700 voies de péage, équipées pour accepter différentes modalités de paiement : Télépéage interoperable, cartes bancaires, cartes accréditées, espèces, chèques. Toutes modalités de paiement confondues, on comptabilise 1°500 Millions de transactions (en 2014); le montant annuel collecté en péage est de plus de 11 milliards d'euros TTC en 2014 (69 % VL, 31 % PL).

Carte du réseau Ouvrages à péage (ASFA)



Adresse internet ASFA : www.autoroutes.fr



Gare de Saint-Arnoult – COFIROUTE
Voies télépéage à droite, tous types de véhicules



A86 COFIROUTE
Entrée Flux libre



Gare de Fleury – APRR
Deux voies télépéage 30 Km/h tous types de véhicules
Une voie Liber-t et paiement carte



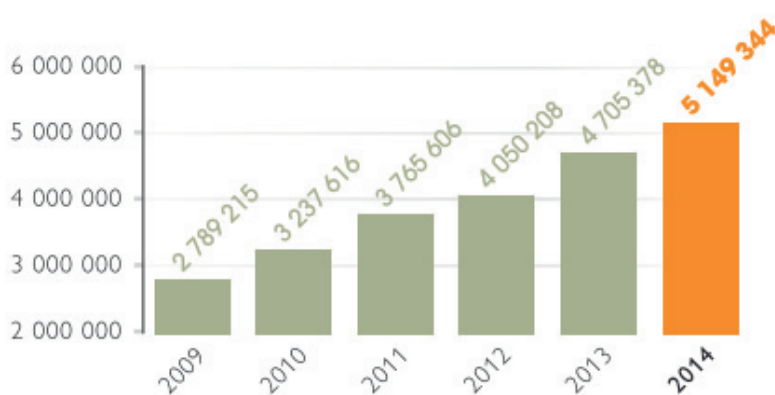
Gare du Groupe sanef
Voies tous types de véhicules dont une voie télépéage 30 km/h

Le Télépéage Inter Sociétés (TIS) constitue le plus important système de télépéage interopérable au monde, sur les autoroutes et ouvrages à péage et les parkings :

- 11 émetteurs agréés pour Liber-t;
- 5 émetteurs agréés pour TIS PL;
- 4 633 voies équipés pour le télépéage, dont 577 voies 30 km/h;
- 567 millions de transactions VL, 151 millions de transaction PL, par an;
- télépéage aussi accepté pour 400 parkings VL et 12 parkings PL sécurisés;
- taux d'usage du télépéage : 45 % des transactions VL, 85 % des transactions PL;
- montant annuel collecté en 2014, via le télépéage interopérable : Supérieur à 6 milliards d'Euros TTC;
- tout télébadge diffusé par un émetteur est accepté sur tout le réseau TIS : interopérabilité sur la base d'un seul télébadge, un seul contrat client/émetteur, une facture unique;
- le nombre de télébadges en service, progresse chaque année de façon significative, atteignant près de 6 000 000 à mi-2015.

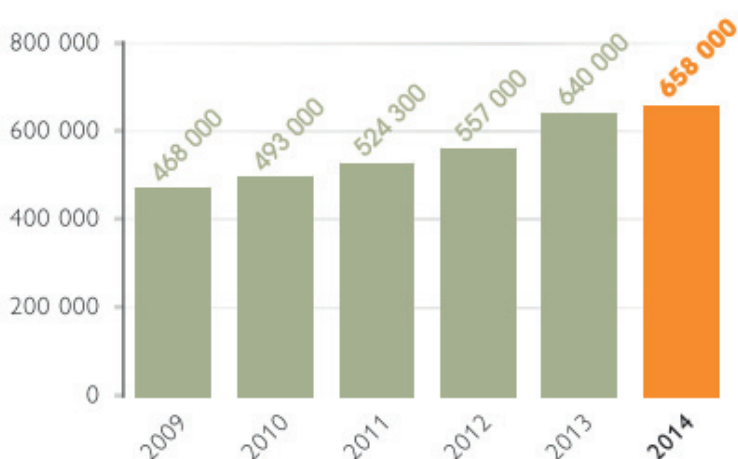
ÉVOLUTION DU NOMBRE D'ABONNÉS *liber-t*

Subscribers *liber-t*



ÉVOLUTION DU NOMBRE D'ABONNÉS *tis-pl*

Subscribers *tis-pl*



Le contexte applicatif et opérationnel du télépéage TIS répond aux spécifications TIS ; elles détaillent les fonctions assurées, les données utilisées, les caractéristiques des télébadges, les transactions entre les télébadges et les RSE, les contrôles effectués et les échanges entre les émetteurs et les sociétés circulant.

Le télépéage TIS, est construit avec des équipements au sol (Balises/communicateurs) et des télébadges DSRC fonctionnant à 5,8 GHz, selon les normes CEN du TC 278. Ainsi, les équipements (télébadges et RSE), sont strictement conformes aux normes CEN du TC 278 (Couches 1, 2 et 7) et à la norme ISO 14906 qui spécifie les données utilisées. Les RSE sont conformes à la norme de profil EN 15 509, au sens où ils acceptent les télébadges conformes au profil EN15509 (pour les deux niveaux de sécurité 0 et 1); et le paramétrage et la personnalisation des télébadges, ainsi que les scénarios de transactions télébadges/RSE, répondent à deux profils génériques : CIP et TIS CARDME (qui inclut EN 15 509).

L'interopérabilité TIS nécessite, aux plans fonctionnel et technique, la **certification à l'interopérabilité TIS des télébadges**, pour les deux profils et pour les différents types de véhicules. Elle est établie dans le cadre d'une relation contractuelle entre les SCA (Toll Chargers), représentés par l'ASFA, d'une part et les fabricants de télébadges d'autre part, sans intervention des émetteurs. Ce principe permet à tout émetteur d'acquiescer auprès d'un fabricant tout modèle « *certifié TIS* » (et en général, également certifié à l'interopérabilité propre à chaque autre Toll Domain, ou groupe de Toll Domains, en Europe).

Les SCA, représentés par l'ASFA, déroulent également un processus de certification à l'interopérabilité TIS des balises/communicateurs assurant la communication DSRC avec un télébadge, avec les fabricants de ces équipements.

La certification TIS a pour objet de vérifier la conformité de l'équipement aux spécifications TIS définies par les SCA, et son fonctionnement :

- avec les équipements au sol déjà certifiés, en ce qui concerne un équipement embarqué interopérable;
- avec tous les modèles de télébadges déjà certifiés, en ce qui concerne un équipement au sol interopérable.

Ainsi tout modèle de télébadge certifié TIS est interopérable avec tous les modèles de balises/communicateurs certifiés TIS, et inversement, tout modèle de balise/communicateur certifié TIS est interopérable avec tous les modèles de télébadges certifiés TIS.

Il est essentiel de souligner que le processus de certification à l'interopérabilité TIS ne porte que sur les caractéristiques fonctionnelles et opérationnelles propres à des équipements et systèmes; en effet tout ce qui ressort de normes de définition et de leurs normes d'essais, est mené par les fabricants qui n'ont qu'à présenter les résultats et certificats établis soit par eux-mêmes, soit par des « *notified bodies* » de leur choix.

Le contexte TIS garantit ainsi la pluralité des fournisseurs et la liberté de chaque acteur (émetteur, Toll Charger) pour le choix de ses équipements. Actuellement, 19 modèles de télébadge et 12 modèles de balises/communicateurs, de 6 fabricants (GEA, Thalès, Q-FREE, Siemens, Kapsch Trafficom, sanef ITS technologies/CS) sont certifiés à l'interopérabilité TIS.

OBU Models (2015 status)

Year 2012- ...



14 cm X 10 cm x 4 cm.



15 cm X 9 cm x 3 cm.



13 cm X 8 cm x 4 cm.

Year 2005- ...



7 cm x 4 cm x 2 cm (LxHxH)



10 cm x 6 cm X 1,5 cm to 2,3 cm

Year 2000-2007

**Exemple d'OBU Multi technologies – TIS PL, VIA-T, VIA Verde
Véhicule AB 226 XY – 4 essieux**



Le service du télépéage TIS est assuré par les émetteurs de contrats et de télébadges (E) ETSP (European) Electronic Toll Service Provider) agréés pour un contexte donné (TIS Liber-t, TIS PL).

L'agrément initial et les compléments d'agrément sont délivrés dans le cadre de procédures propres à TIS PL ou Liber-t, réalisées entre l'ASFA, les SCA et un émetteur. Les émetteurs doivent répondre à des obligations propres à chaque contexte et, en particulier, utiliser exclusivement des télébadges de modèles « *certifiés à l'interopérabilité TIS* ». Les télébadges sont paramétrés et personnalisés selon les besoins de l'émetteur pour le contexte TIS et les autres contextes en Europe, où ils seront acceptés.

Pour le contexte TIS PL, selon le profil TIS CARDME, le télébadge contient les informations relatives au modèle de télébadge, au contrat générique (identification de l'émetteur, du type de contrat et de sa version), au contrat client/émetteur (PAN, période de validité, ...), aux caractéristiques du véhicule, et aux mécanismes de sécurité (dont les authentifiants, les clés secrètes d'Authentifiants et d'accès aux informations).

Tableau des données relatives aux véhicules, inscrites dans le télébadge (profil CARDME/EN 15 509)

Nom de l'attribut (selon EN15509)	Noms des données dans les attributs	Définition de la donnée	Origine de la donnée : référence sur	
			Certificat européen d'immatriculation	Certificat de conformité européen du modèle
VehicleLicence PlateNumber	Country Code	code de l'Etat qui a délivré le certificat d'immatriculation		-
	VehicleLicence PlateNumber	Numéro d'immatriculation du véhicule : syntaxe et sémantique propres à chaque pays (européen ou non)	A	-
VehicleClass	Trailer indicator	0'B = absence remorque ou valeur par défaut 1'B = possibilité de la présence d'une remorque (Mise à jour par Conducteur selon modèle via l'IHM du télébadge)	-	-
	UNECE Category	catégorie UNECE du véhicule	J	0. 4
VehicleDimensions	VehicleLength Overall	Longueur totale maximale nominale du véhicule (cf. norme ISO 612)	-	5
	VehicleHeight Overall	Hauteur à vide totale nominale (cf. norme ISO 612)	-	7
	VehicleWidth Overall	Largeur totale nominale (cf. norme ISO 612)	-	6
VehicleAxles	VehicleFirstAxle Height	Hauteur du capot (dm), mesuré sur l'essieu avant, arrondi au dm supérieur	-	-
	VehicleAxles Number (Version 14906-2011)	Type de Pneus	-	1
		Nombre d'essieux tracteur (fixe)	L	1
		Nombre d'essieux remorque : nombre réel d'essieux de la ou des remorques si cette information est renseignée par le conducteur via l'IHM du télébadge ; ou le nombre maximum d'essieux possible si cette donnée est personnalisée par l'émetteur	-	-
VehicleWeightLimits	VehicleMaxLaden Weight	Masse en charge maximale admissible en service (en kg) - PTAC	F2	16.1
	VehicleTrainMaximumWeight	Masse en charge maximale admissible de l'ensemble en service (en kg)	F3	16.4
	VehicleWeight Unladen	Masse du véhicule en service avec carrosserie et dispositif d'attelage en cas de véhicule tracteur de catégorie autre que M1 (en kg)	G	13
VehicleSpecific Characteristics	EuroValue	Classe Environnementale CE	V9	-
	Copvalue	Rejet de CO2 (en g/km)	V7	49
	engineCharacteristics	Type d'énergie du véhicule (diesel, essence, batterie, hydrogène, ...)	P3	26 ; 24 ; 23.1

Avant mise en service d'une combinaison donnée, définie par un modèle de télébadge (identifié par un Equipment Class) et un paramétrage/personnalisation (identifiée par un EFC Context Mark), les SCA et l'ASFA réalisent avec les émetteurs un processus de VABF, vérification d'aptitude au bon fonctionnement de bout en bout. Celui-ci porte sur les télébadges, les RSE (Road Side Equipment), les sites centraux des SCA et de l'émetteur, et leurs différentes interfaces.

Lorsqu'un émetteur est agréé, ses télébadges sont acceptés par les RSE, sur l'ensemble du réseau des concessionnaires d'ouvrages à péage en France, pour l'un ou l'autre des contextes contractuels actuels : Liber-t ou TIS PL ; et selon le profil CIP pour Liber-t ou CARDME pour TIS PL.

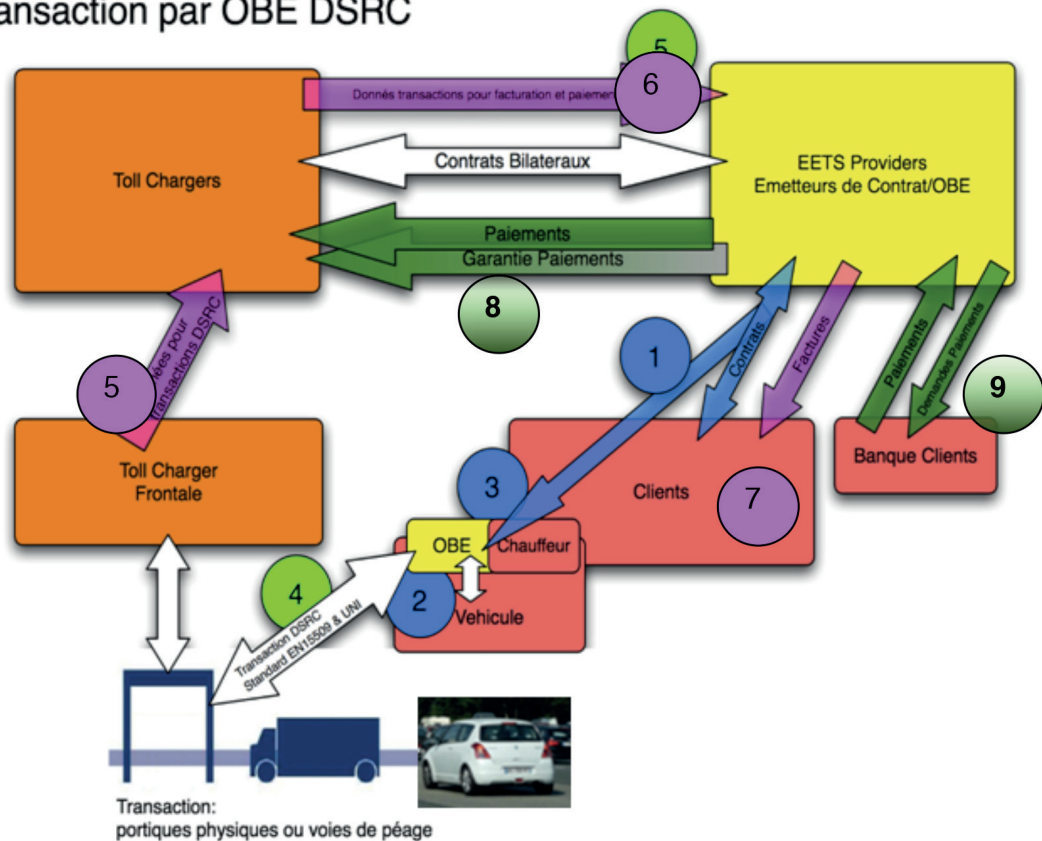
En fonctionnement opérationnel, chaque Toll Charger envoie périodiquement à l'émetteur, pour chaque télébadge (identifié par un EFC CM et un PAN) :

- les transactions effectuées en télépéage sur son domaine de péage, avec les montants calculés sur la base du trajet effectué, des caractéristiques du véhicule mesurées en voie de télépéage (essieux, hauteur, longueur) et de celles présentes dans le télébadge (dont la classe environnementale CE) ;
- le montant dû établi pour l'ensemble des transactions, pour une période donnée, en tenant compte, si le client en bénéficie, de conditions commerciales particulières.

Sur la base de ces informations, l'émetteur assure l'information de ses clients, et établit une facture mensuelle pour toutes les transactions effectuées, encaisse le règlement et règle les montants dus aux concessionnaires. Chaque Toll Charger gère et maintient en opérationnel, ses installations de collecte (en pleine voie, en gare, ...) et les installations de contrôle/sanction (enforcement).

Le schéma ci-après et les légendes décrivent l'organisation des relations contractuelles et des échanges d'informations entre les acteurs.

Transaction par OBE DSRC



Dans le cadre de « Contrats Bilatéraux » entre les Toll Chargers et les émetteurs de contrat/OBE (ETS Provider)

- 1 – mise en place du contrat Client-émetteur de contrat/OBE, pour les véhicules concernés,
- 2 – Mise à disposition des télébadges pour le/les véhicule(s),
- 3 – Installation et mise à jour des données (si IHM) par le conducteur,
- 4 – Transactions de télépéage en mode DSRC avec les RSE des Toll Chargers,
- 5 – Échanges de données RSE/site central du Toll Charger,
- 6 – Échanges des données de transactions de péage et des demandes de paiement entre le Toll Charger et l'émetteur,
- 7 – Envoi des factures au client par l'ETS Provider,
- 8 – Paiements du Toll Charger par l'émetteur, dans le cadre d'une garantie de paiement,
- 9 – Règlement des factures par le client à l'émetteur (ETS Provider).

Nota : OBE = On Board Equipment, incluant l'OBUE interopérable.

En synthèse, le télépéage TIS, dans un contexte multi fabricants d'équipements interopérables, avec un grand nombre d'acteurs, répond aux besoins des clients, usagers des infrastructures à péage, et aux principes définis par les instances européennes du télépéage :

- un contrat entre un **ETS Provider** (interlocuteur unique) et un **Client**, disposant d'un ou plusieurs **véhicules**, pour lesquels un ou plusieurs télébadges sont mis à disposition ;
- un **télébadge** dans un véhicule, est accepté par toutes les circulees (Toll Chargers) du contexte TIS ;
- une **facturation unique** (détaillée par Toll Domain), est émise par un ETS Provider, à destination de ses clients.

Le principe de l'interlocuteur unique, émetteur (ETS Provider) simplifie, en particulier pour les clients :

- la gestion du télébadge : mise à disposition, échange en cas de défaut, mise à jour des données ;
- la gestion du contrat, des facturations et des règlements ;
- la prise en compte de demandes d'information (trajets, tarification, conditions commerciales par réseau, ...); et des demandes de rectifications éventuelles en cas d'anomalie avérée.

Le principe de la facturation unique permet au client de disposer :

- de l'ensemble des informations de péage, globalement, par périodes, par réseau, par véhicule ;
- de factures par réseau lui permettant de gérer les sujets comptables et fiscaux, incluant la récupération de la TVA, selon les règles propres à chaque réseau et à chaque pays.

Les avancées et les perspectives du service de télépéage

Le développement du service de télépéage à l'échelle européenne, avec en perspective le SET, tel que défini par la Commission Européenne, a conduit les émetteurs (ETS Provider ou EETS provider) à développer tout un ensemble de services propres au télépéage, d'ores et déjà existants :

- Rapidité et facilité de souscription d'un contrat Client/émetteur, selon différentes approches (dont internet bien sûr) puis mise à disposition du ou des télébadges pour le(s) véhicule(s) concerné(s), selon les domaines de péage concernés :
 - un télébadge unique (PL) accepté pour les réseaux et ouvrage à péage en France (TIS), Espagne (VIA-T), Portugal (VIA Verde), pour trois tunnels en Belgique et Allemagne, et pour les parkings sécurisés,
 - des télébadges spécifiques pour les pays et contextes autres que ceux ci-dessus.
- Accès à la souscription des conditions commerciales particulières, propres à chaque domaine de péage, quand elles existent.
- Fonction d'aide à la gestion des télébadges (suivi du parc, état des télébadges, mise en opposition temporaire ou définitive, ...) et mise à jour à distance pour les télébadges disposant de technologie 3G.
- Assistance multilingues pour tout sujet.
- Mise à disposition des informations en temps réel (dès réception des données de la part des Toll Chargers) par télébadge, de dossier de facturation globale et détaillée (par période, télébadge, flotte, pays, réseaux, ...) et de tableaux de bord.
- Informations sur alertes de situation ou événement particulier (anomalie de tarification, dépassement de plafond, anomalies de trajet et/ou de plages horaires, défaut de télébadge, ...).
- Vérification de cohérence entre les données de télépéage et celles provenant de la géo localisation du télébadge (si l'OBU dispose du GNSS/CN).
- Assistance à la récupération de TVA selon les pays et les domaines de péage.

Au-delà du télépéage, en utilisant les possibilités des Équipements Embarqués Multi Technologies, disposant de la géo localisation embarquée (GNSS) et d'une communication par réseau cellulaire (type 3G, voire 4G), les émetteurs proposent des services de type gestion de flotte, optimisation des itinéraires et localisation des véhicules.

Pour ce qui concerne le contexte TIS, nous avons montré l'ampleur et la complexité du télépéage, tel qu'il est à ce jour, et le haut niveau des services offerts aux clients, usagers des ouvrages à péage, routes, autoroutes, ponts, tunnels, parkings, ...

En termes de perspectives pour la perception du péage, la disponibilité des données relatives au véhicule, permet déjà, pour les PL, de déterminer un montant dû en tenant compte des caractéristiques du véhicule, non mesurables en voie de péage, dont la classe environnementale CE, la catégorie UNECE et la quantité de CO₂ émise.

Des évolutions importantes sont à prévoir pour le contexte TIS, dans le cadre du Service Européen de Télépéage, généralisant l'accès de **tout type de véhicule**, disposant d'un télébadge et d'un contrat délivrés par d'autres émetteurs que ceux existants. C'est ce qui permettra d'accroître encore la part des transactions par télépéage, plus confortable, plus sécurisé et offrant une meilleure fluidité sur les ouvrages, sans exclure des déploiements utilisant un flux libre partiel ou intégral sur des ouvrages spécifiques.

GLOSSAIRE

A1	Interoperable EFC transaction using central account based on DSRC (TR4001 A1 project, end in 1999)
AFNOR	Association Française de NORmalisation
ASFA	Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes et d'ouvrages à péage
CAPLIS	Carte Abonnement Poids Lourds Inter Sociétés –jusqu'
CARDME	Interoperable payment service in the concession areas of all European participating operators (CARDME I, II, III et IV).
CEN	European Committee for Standardization (Comité Européen de Normalisation) - TC278 – WG1 - Tolling
CESARE	Interoperability of electronic fee collection systems in Europe (2000-2006)
CN	Cellular Network (Dont télécommunications aux normes 3G et 4G)
CTIP	Comité Technique Inter Autoroutes Péage (ASFA)
DSRC	Dedicated Short-Range Communication
EASY GO +	Interoperable tolling service in the Scandinavian countries (depuis 2007), plus Austria (depuis 2013)
EFC	Electronic Fee Collection
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
(E)ETS Provider	(European) Electronic Toll Service Provider – Emetteur/Issuer
GNSS	Global Navigation Satellite System (Dont GPS et Galileo)
ISO	International Standard Organisation (TC204 – WG5 - Tolling)
MEDIA	Management of Electronic Fee Collection by DSRC Interoperability Project – (2005-2008)
NORITS	Nordic Interoperability For Tolling Systems (à partir de 2007)
PAN	Personal Account Number
PISTA	Pilot on Interoperable Systems for Tolling Applications (2003-2004)
RCI	Road Charging Interoperability Pilot Project (2005-2008)
REETS	Regional European Electronic Toll Service Project (2013-2016)
RSE	Road Side Equipment (ECR – Equipement Côté Route)
SET	Service Européen de Télépéage (ETS – European Toll Service)
TIS	Télépéage Inter Sociétés
TIS PL	Télépéage Inter Sociétés Poids Lourds
Toll Charger	Concessionnaires ou collecteurs de taxes ou péage

Insert N° 1 – Nicolas Deviller – Groupe Vinci

VINCI Concessions et SR 91 dans le grand Ouest américain

Les projets menés en Californie depuis 1990 sont emblématiques de la capacité de VINCI Concessions à exporter ses savoir-faire. À cette date, sa société Cofiroute USA (VINCI Highways) signe un contrat de concession avec l'État de Californie pour la fourniture, la construction et l'exploitation d'un système de péage à tarification variable sur 17 km des 91 Express Lanes. Au moment de son lancement, le 27 décembre 1995, elle devient la première autoroute à péage au monde équipée d'un système totalement automatique en flux libre intégral (*All Electronic Tolling*). C'est aussi, pour les États-Unis, la première autoroute à péage privée en 50 ans et la première à péage variable.

VINCI Concessions a mis en effet au point, avec des partenaires américains, un système de péage dématérialisé, basé sur l'utilisation de transpondeurs DSRC (Norme Title 21 à 915 MHz) et la lecture d'une plaque d'immatriculation par caméras, une véritable révolution à l'époque. L'entreprise apporte aussi son expertise en gestion de péages pour proposer une tarification variable.

Ce projet innovant a été déployé sur de nombreux autres sites dans le monde et en particulier aux États-Unis, comme dans le Minnesota, à Minneapolis. Il a aussi servi de référence pour présenter de nouveaux modes de fonctionnement opérationnel et définir des offres clients inédites. Il a contribué, enfin, à l'évolution de l'environnement législatif pour sécuriser la collecte du péage.

25 ans plus tard, le succès ne s'est pas démenti : Cofiroute USA remporte plusieurs accords de prolongation de l'exploitation pour le compte du comté d'Orange (OCTA). En 2014, l'entreprise se voit confier l'extension du système de péage sur la même 91 Express Lanes sur environ 17 kilomètres supplémentaires vers le comté voisin de Riverside (RCTC). Cofiroute USA met en place le système de péage, le logiciel de « *back office* » et un système de gestion du trafic pour le compte de RCTC et exploitera l'ensemble du réseau pour le compte d'OCTA et RCTC dans le cadre d'un contrat tripartite innovant.

L'ensemble de ces réussites adossées à l'expérience acquise durant plus d'un quart de siècle d'exploitation ont permis à VINCI Concessions de réintroduire certains ITS en France, notamment sur péage variable en zone urbaine du tunnel du Duplex A86.



Insert N° 2 – Pascal Lemonnier / Fabrice Luriot – Sanef ITS

Des systèmes aux nouveaux services usagers de la mobilité

Dans la concurrence que se livrent les métropoles européennes et internationales pour attirer les grandes entreprises et une population hautement qualifiée, les offres de mobilité sont un composant essentiel de l'attractivité d'une ville. Avec le développement urbain et interurbain, les besoins de mobilité vont croissants et avec eux les problèmes de congestion et d'environnement. Les outils de mobilité intelligente sont parmi les moyens les plus efficaces pour optimiser l'usage des infrastructures existantes, financer leur entretien, voire leur extension, et si cela s'avère optimal, pour financer une nouvelle infrastructure.

L'expérience acquise grâce au développement du télépéage en France a permis aux industriels et opérateurs français de développer un savoir-faire « *made in France* » sur l'utilisation d'outils ITS comme moyen de financement et de d'optimisation de l'usage des infrastructures urbaines et péri-urbaines, et ce notamment sur des projets en Europe et dans le monde.

C'est en 2006, en Irlande, que le NRA (« *National Road Authority* ») lance son premier appel d'offres pour la mise en place et l'exploitation d'un système « *flux libre* », ou « *free flow* » pour remplacer la barrière de péage « *West Link* » sur la M50, le périphérique de Dublin.

Le consortium retenu pour cette première européenne est un consortium Français composé d'une société intégrateur de système, CS (Communication et Systèmes) et d'un opérateur autoroutier SANEF. Sous le nom de BetEire Flow, cette équipe va mettre en place en moins de 18 mois un système de perception de péage complètement en flux libre intégral, multi voies. Le péage est basé sur la lecture d'un télébadge qui équipe les véhicules, et sur un contrôle fait par la prise d'une photo de la plaque d'immatriculation. Le projet inclut également l'intégration d'un système informatique complexe, en « *back office* », pour collecter et enregistrer les données de transaction, enregistrer les images et en faire la reconnaissance automatique de plaque, gérer les clients enregistrés avant le passage au péage, et mettre en œuvre le processus de contrôle sanction, pour les usagers non conformes. Ce projet s'est accompagné de la mise en place d'un cadre légal, et le développement de processus d'exploitation très avancés et innovateurs en partenariat entre BetEire Flow et le NRA.

En parallèle à ce projet ambitieux, le NRA mettait en place l'interopérabilité des systèmes de télépéage sur toute l'Irlande par le développement d'une chambre de compensation (ou « *interoperability hub* »). Sur la base des normes européennes, le système a structuré les rôles et obligations des « *Toll Charger* » et des « *Service provider* » pour la définition des interfaces techniques d'échange de données entre les différents concessionnaires via le hub. Le développement et l'exploitation du hub a été confié en 2009 à la société d'ingénierie française EGIS, puis plus récemment à la société Sanef ITS (ex CS) pour sa remise à jour et son adaptation aux nouvelles normes EETS.

L'Irlande a également vu l'implantation d'un autre opérateur français (Egis), qui a développé une société de service télépéage à l'utilisateur (« *Service Provider* ») appelé easytrip. Easytrip permet le péage sur toutes les autoroutes Irlandaise, mais également sur la majorité des parkings à Dublin.

Fort de cette expérience réussie et des solutions techniques et opérationnelles autour de la chaîne du contrôle-sanction et de recouvrement, nos sociétés françaises se sont lancées à l'assaut du continent américain.

C'est donc à la même époque que Translink au Canada confiait son premier projet de télépéage free flow à un consortium composé de trois sociétés françaises : CS, EGIS, et SANEF. Le projet consistait à concevoir, réaliser et exploiter un système de télépéage multi voies, en flux libre intégral, sur le pont en construction de Golden Ears, à Vancouver sur la Fraser River. Il s'agissait en 2008 du premier système free flow installé en Colombie Britannique. L'exploitation a démarré en 2009 et à ce jour est toujours assurée par Egis Road Operation Canada (filiale d'Egis au Canada).



Par la suite, la qualité et la performance des systèmes installés ont permis à la même équipe de remporter le contrat du système de péage sur le deuxième pont en construction de Vancouver. Cet ouvrage est beaucoup plus emblématique, puisqu'il s'agit de Portmann Bridge, sur l'autoroute numéro 1, un axe essentiel pour l'accès à la ville de Vancouver, avec plus de 100,000 véhicules par jour, et un des plus large portique au monde, installé avec près de 14 voies dans les deux sens (2x7 voies). Le système complet a été intégré par Sanef ITS et l'exploitation est faite par une société du nom de TC-Flow dont les deux actionnaires sont Egis et Sanef.



La technologie et le savoir-faire français dans le domaine du télépéage et des services aux usagers de la route sont utilisés pour d'autres types de projet tels que :

■ **L'Oregon qui démarre avec succès son innovant programme de péage kilométrique à l'usage – « Pay-As-You-Drive »**

Le 1^{er} juillet 2015, l'État d'Oregon (USA) a officiellement démarré son programme de péage kilométrique en vue de recruter 5 000 volontaires pour participer au premier test grandeur nature de « Pay-As-You-Drive » aux États Unis durant 2 ans. Les automobilistes paient un péage qui est directement proportionnel au kilométrage qu'ils ont parcouru sur toutes les routes de l'Oregon. En contrepartie de l'acquittement de ce péage kilométrique, les usagers se voient rembourser les taxes sur l'essence consommée. Il s'agit là d'une approche innovante conçue pour apporter une solution équitable et viable aux problèmes de financement des infrastructures routières. Son but est d'offrir une source de financement de long-terme face à la baisse des revenus provenant des taxes sur les carburants (baisse des prix du pétrole, efficacité énergétique croissante des moteurs, émergence des véhicules électriques).

Sanef ITS est fière d'être parmi les sociétés sélectionnées par le Département de Transport de l'Oregon pour prendre part à cette initiative qui préfigure ce que sera peut-être le péage de demain. La solution mise en œuvre par Sanef ITS a été conçue pour offrir une totale confidentialité des données grâce à une clé embarquée qui enregistre et transmet les données de trajets via un canal de communication dédié et sécurisé empêchant ainsi toute intrusion extérieure.

Concernant le programme de péage aux usagers de la route par l'Oregon : www.myorego.org

■ **La mise en place et l'exploitation du hub d'interopérabilité national aux États-Unis en collaboration avec ATI (« Alliance for Tolling Interoperability »).**

Ce hub a été développé par la filiale américaine de Sanef ITS et est exploité par la filiale américaine d'Egis. Dans le cadre du développement des systèmes ORT (Open Road Tolling) et AET (« All Electronic Tolling ») aux USA, les DOT (« Department of Transport ») des différents états américains sont face à un problème grandissant : celui des véhicules qui ne payent pas, ou bien qui sont enregistrés avec un badge de télépéage d'un État voisin, dont la technologie ne permet pas une interopérabilité technique. L'association ATI, dont les membres sont les principaux toll chargés du pays, a donc lancé un projet d'interopérabilité basé sur la lecture de la plaque de d'immatriculation. Chaque DOT fournit au hub une liste de véhicules enregistrés avec un badge sur son territoire qui associe le numéro du badge et la plaque. À chaque transaction de véhicule non enregistré, une photo de la plaque d'immatriculation est prise et envoyée au hub qui recherche dans ses différentes bases de données si cette plaque est répertoriée par un autre DOT. Si la plaque est trouvée, la photo est envoyée au DOT en question qui enregistre le paiement du client sur son propre compte et paye le DOT qui a effectué la transaction.

À l'heure, où la France va accueillir et présider la 21^e Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques de 2015 (COP21/CMP11), et là où les villes et métropoles européennes sont en pleine transformation, les nouveaux services de mobilité seront source de développement économique et joueront donc un rôle essentiel de développement économique et social.

De ce fait, l'interopérabilité des systèmes de mobilité sera un levier essentiel pour un unique service destiné à un usager en mobilité urbaine. Nous pouvons ainsi prévoir que les systèmes de collecte, de contrôle sanction et de recouvrement, tels que proposés par les sociétés françaises précédemment cités, repose sur un concept novateur avec :

- Une logique de services étendus, répondant aux enjeux urbains suivants :
 - Le contrôle du stationnement de surface;
 - Le contrôle d'accès de tout type de véhicules d'une zone urbaine (véhicules polluants ...);
 - Le certificat d'assurance électronique.
- Le système technologique proposé pourrait être basé sur trois grands composants principaux :
 - Le système d'information (front et « back Office ») qui propose notamment la gestion du compte client (création du compte, paiement ...), l'interopérabilité avec d'autres systèmes de mobilité ... ; ce système est bien sûr consultable via les webservices (smartphone ...);
 - Le système de contrôle-sanction;
 - Le badge basé sur la technologie RFID, intégrant les 3 fonctions précitées dans un seul et unique support, à savoir une vignette électronique.



François MALBRUNOT

François Malbrunot, Directeur Général de LOGMA Consulting depuis 1996, intervient comme consultant international indépendant, dans le domaine des ITS, Intelligence dans les Transports et leurs systèmes et services.

Pour TIS (Télépéage Inter Sociétés), François Malbrunot est directement intervenu depuis 1993, comme Président de CS Route, puis comme consultant indépendant, pour la mise en oeuvre du système initial, l'ouverture au service de Libér-t (Juillet 2000) et celle de TIS PL (Janvier 2007). Il intervient de façon continue en assistance technique de l'ASFA et des SCA pour le télépéage et le péage.

Il participe à plusieurs groupes de normalisation (CEN/ISO), relatifs au télépéage (CEN DSRC), aux systèmes coopératifs et aux appels d'urgence.

Il est fortement impliqué dans de nombreuses applications de péage et télépéage en Europe et à l'étranger, apportant son expérience pour la conception et le déploiement des équipements, systèmes et services. Il a participé à de nombreux projets pilotes de télépéages européens (CESARE, RCI, MEDIA, Road Platform, REETS, ...), dans Toll Collect (Allemagne), dans SR 91 (Californie), A25 et A30 (Québec).

François Malbrunot est ingénieur, diplômé de Supélec (1967) et de l'Université Européenne des Affaires (1971).

François Malbrunot est Vice Président de l'association ATEC ITS France (Association Transport Environnement Circulation).



Gwénaëlle TOULMINET

Gwénaëlle Toulminet est responsable péage et télépéage à l'ASFA (Association des Sociétés Françaises d'Auto-routes et d'ouvrages à péage), depuis 2011.

Elle est en charge des sujets inter sociétés sur le péage et le télépéage, dans le cadre du Comité Technique Inter Autoroutes de l'ASFA et de ses groupes techniques. Elle a participé aux projets européens REETS, EasyWay2, COOPERS, eCoMove, FOTNet2, eMaPS, dans le domaine des ITS, en particulier sur le télépéage, les systèmes coopératifs, la gestion et l'information du trafic.

Sur la période 2003-2010, elle était maître de conférence à l'INSA de Rouen. Entre 2007 et 2010, elle était membre de la *Joint Research Unit* LaRA « La Route Automatisée » (commune au Centre de Robotique de Mines ParisTech et d'IMARA de l'INRIA Rocquencourt). Elle est co-auteur d'une trentaine de papiers scientifiques et de deux brevets dans le domaine du traitement d'image et des systèmes coopératifs.

Gwénaëlle Toulminet est diplômée de l'ESIGELEC (ingénieur en génie électrique, 1999), de l'Université de Rouen (DEA d'instrumentation et commande pour les systèmes de vision, 1999) et de l'INSA de Rouen (thèse de doctorat en Physique, 2002).



Nicolas SCHWAB

Directeur du Péage et de la Certification des Recettes d'ASF (Autoroutes du Sud de la France, Vinci Autoroutes) depuis 2013.

Préalablement, il a exercé plusieurs postes opérationnels et fonctionnels au sein d'ASF depuis 1997, incluant la responsabilité de la collecte du péage

Pour TIS (Télépéage Inter Sociétés), Nicolas Schwab est en charge de son exploitation depuis 2008, au sein de Vinci Autoroutes, chez ASF, comme Directeur régional (Centre Auvergne puis Aquitaine Midi Pyrénées), et depuis 2013 comme Directeur du Péage et de la Certification des Recettes.

Il préside le Groupe Technologies Support (GTS) péage et télépéage du Comité Technique Inter Autoroutes de l'ASFA (Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes) depuis fin 2014.

Sur la période 2006-2008, il a été Président du Groupe d'Expert européens près la Commission Européenne (DG TREN), sur les Services d'Information Trafic (SIT), et Vice-Président International du Comité Exploitation – International Bridge Tunnel and Turnpikes Association (IBTTA).

Nicolas Schwab est diplômé d'un DEA Economie des Transports – Université Lyon 2

De 2000 à 2007, il a obtenu quatre prix d'innovation et d'excellence en matière d'exploitation routière auprès de l'IBTTA.