



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ÉTUDE REALISEE PAR NEXTENDIS POUR LE MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE

*Etat des lieux billettique préalable au déploiement d'un « titre
unique » pour les transports*



Titre :	Etat des lieux billettique préalable au déploiement d'un « titre unique » pour les transports
Reference document :	EL-FRDgitm014 v1.0
Date :	24 janvier 2023
Client :	MTE / DGITM / AIT
Auteur :	Nextendis

Table des matières

1	Introduction.....	6
1.1	Le projet de titre unique.....	8
1.2	Objectifs du document	8
1.3	Préambule sur la définition du titre unique	8
1.4	Contenu de l'étude	10
2	Les technologies de supports de titres.....	12
2.1	De multiples technologies de supports billettiques.....	12
2.2	Solutions support centrique et serveur centrique	13
2.3	La problématique des réseaux fermés ou semi-fermés	15
2.4	Carte de mobilité sans contact.....	16
2.4.1	Généralités	16
2.4.2	Normes et standards associées	18
2.5	Titres dématérialisés sur smartphone.....	23
2.6	Titre dématérialisé au format NFC	23
2.6.1	Généralités	23
2.6.2	Normes et standards associées	26
2.7	Titre dématérialisé au format CB2D.....	30
2.7.1	Généralités	30
2.7.2	Normes et standards associées	34
2.8	Carte et application de paiement sans contact (Open Payment)	38
2.8.1	Généralités	38
2.8.2	Normes et standards associées	39
3	Cartographie des principales technologies utilisées pour la billettique en France.....	41
3.1	Les réseaux sans solution billettique.....	41
3.2	Les solutions billettiques acceptant des cartes de mobilités	41
3.2.1	Cartes de mobilités régionales	41
3.2.2	Cartes de mobilités métropolitaines	42
3.3	Les solutions billettiques acceptant des titres dématérialisés au format NFC	43
3.4	Les solutions billettiques acceptant des titres dématérialisés au format CB2D	43
3.5	Les solutions billettiques acceptant le service Open Payment	44
3.7	Cartographie synthétique.....	46
4	Principaux impacts sur les solutions billettiques.....	49
4.1	Architecture générale d'une solution billettique	49
4.2	Jauge d'évaluation des impacts sur les solutions billettique	49

4.3	Portée des impacts selon les règles de validation définies pour le titre unique.....	50
4.4	Déploiement d'un titre unique sur carte de mobilités sans contact.....	51
4.4.1	Approche support centrique	51
4.4.2	Approche serveur centrique.....	55
4.5	Déploiement d'un titre unique sur M-Ticket NFC	59
4.5.1	Approche support centrique	59
4.6	Déploiement d'un titre unique sur M-Ticket CB2D.....	61
4.6.1	Approche support centrique	62
4.7	Déploiement d'un titre unique sur carte de paiement sans contact	63
4.7.1	Approche serveur centrique.....	63
5	Conclusions et synthèse	67

Abréviations et terminologie

Acronyme	Définition
AOM	Autorité organisatrice de mobilités
BSC	Billet sans contact
CB2D	Code-barres 2D
CN03	Commission de Normalisation « Transport Public »
CNA	Calypso Networks Association
CSC	Carte sans contact
HCE	Host Card Emulation – Emulation de carte logicielle
NFC	Near Field Communication – Communication en champ proche
SE	Secure Element – élément de sécurité

Bibliographie

6t pour le Ministère de la Transition Ecologique Etude d'opportunité sur la mise en place d'un « ticket unique » pour les transports [Rapport]. - 2023.

AFNOR (CN03) Norme Interbob (NF P99-512) : Interopérabilité des systèmes centraux billettiques (Interopérabilité du Back-Office Billettique) [Rapport]. - 2015.

AFNOR (CN03) Norme Intercode (NF P99-405) : Interopérabilité du codage des titres de transport dans une carte à puce [Rapport].

Calypso Networks Association Guide d'accompagnement à la rédaction d'un appel d'offres de cartes, de billettique mobile NFC et de terminaux basés sur le standard Calypso [Rapport]. - 2022.

Calypso Networks Association HCE Calypso Interoperable Application [Rapport]. - 2020.

Calypso Networks Association HOPLINK Specifications [Rapport]. - 2020.

CEN TC 278 WG3 CEN/TS 16794-2 Public transport — Communication between contactless readers and fare media — Part 2: Test plan for ISO/IEC 14443 [Rapport]. - 2017.

CEN TC278 WG3 CEN/TS 16794-1 Public transport — Communication between contactless readers and fare media — Part 1: Implementation requirements for ISO/IEC 14443 [Rapport]. - 2017.

GART Présidentielle 2022 : 7 propositions du GART en faveur de la mobilité [En ligne]. - <https://www.gart.org/actualite/presidentielle-2022-7-propositions-du-gart-en-faveur-de-la-mobilite/>.

ISO/IEC JTC1 SC17 WG8 ISO/IEC TS 24192-1 Cards and security devices for personal identification — Communication between contactless readers and fare media used in public transport — Part 1: Implementation requirements for ISO/IEC 14443 [Rapport]. - 2021.

ISO/IEC JTC1 SC17 WG8 ISO/IEC TS 24192-2 Cards and security devices for personal identification — Communication between contactless readers and fare media used in public transport — Part 2: Test plan for ISO/IEC 14443 [Rapport]. - 2021.

UIC IRS 90918 Edition 2 Digital Security Elements for railways ticketing [Rapport]. - 2022.

UTP Chiffres clés du transport Public 2017 [Rapport]. - 2019.

Glossaire

Billettique « serveur centrique » (Account-Based-Ticketing) : concept renvoyant à l'idée que les principales informations liées au titre de transport ne sont plus logées sur le support physique (ex. billet, carte ou téléphone) mais dans un système central. Le support physique se limite à contenir un identifiant.

Billettique « support centrique » (Media-Based-Ticketing) : concept renvoyant à l'idée que le support contient toutes les informations nécessaires au déplacement (identifiant de l'utilisateur, titre de transport, durée ou zone de validité...).

Bluetooth Low Energy (BLE) : Cette technologie repose sur des balises Bluetooth Low Energy qui diffusent en continue des données d'identification du réseau de transport et du véhicule, reçues par les smartphones des voyageurs. La réception de ces données par l'application mobile de billettique peut ainsi déclencher la validation d'un titre de transport, soit de façon automatique ou soit après une demande de confirmation auprès de l'utilisateur.

Gamme tarifaire : ensemble des produits tarifaires d'un réseau de transport avec les conditions d'attribution et d'utilisation associées

Paiement au valideur (ou « Open Payment ») : Le paiement au valideur (ou Open Payment) permet d'utiliser une carte de paiement sans contact (ou une application de paiement sur smartphone NFC) comme titre de transport. L'utilisateur présente simplement sa carte ou application de paiement sans contact au valideur, à la fois pour payer et valider son trajet. Le concept permet la réalisation de plusieurs trajets avec un ajustement au tarif le plus favorable (« plafonnement » et/ou « paiement à l'usage »), le compte bancaire n'étant débité qu'à l'issue des trajets ;

Paiement à l'usage (« Pay-as-you-go ») : le paiement à l'usage est un modèle de facturation qui se traduit par la possibilité pour l'utilisateur de payer à posteriori et uniquement en fonction de ses déplacements, sa consommation effective de services de transports.

Pré-paiement : le pré-paiement est un mode de facturation où le paiement du service intervient avant l'utilisation de celui-ci. En pratique, ce modèle se traduit par la nécessité pour l'utilisateur de sélectionner le titre de transport correspondant à son ou ses déplacements. Le titre est valable pour une période et un service donnés. La période de validité n'est pas forcément liée à la date de l'achat et peut être déclenchée par exemple à partir d'un premier usage.

Post-paiement : modalité où le paiement du service intervient après l'utilisation de celui-ci. En pratique, ce modèle se traduit, notamment, par un paiement (à la fin de la journée, de la semaine, du mois...) en fonction de la consommation réelle de transport de l'utilisateur.

Produit tarifaire : droit à consommer un service ou droit à réduction sur le prix d'un autre produit ou sur le prix d'un service dans un contexte Déplacement. Les caractéristiques du produit tarifaire dépendent de celles du contrat liant l'exploitant et le client. En pratique, l'utilisateur peut accéder à de nombreux produits tarifaires : « ticket unitaire », « ticket journée », « forfait semaine », « abonnement mensuel », « abonnement annuel ».

Réseau (de transport) ouvert : réseau de transport pour lequel l'accès au service de transport est libre d'accès pour les usagers. Une validation en entrée du réseau ou lors de la montée dans le véhicule peut être requise pour permettre à l'utilisateur de signifier l'usage de son titre.

Réseau (de transport) fermé : réseau de transport pour lequel l'accès au service de transport passe par un contrôle d'accès pour les usagers (portillon de métro par exemple). Ce type de réseau implique que les équipements de contrôle d'accès soient en mesure de lire tous les titres de transport acceptés

par le réseau, quel que soit le support de titre, quel que soit le distributeur du titre de transport, et d'en déterminer la validité.

Sans contact (ISO/IEC 14443) ou Near Field Communication (NFC) : normes permettant la communication de deux appareils électroniques en champs « proche », c'est-à-dire à moins de 4 cm l'un de l'autre. Cette norme est par exemple utilisée pour « valider sans contact » avec sa carte de transport ou bien procéder au « paiement sans contact » avec sa carte bancaire dans la vie quotidienne. Elle est également supportée par la plupart de smartphones, sous la dénomination NFC.

Support du titre (de transport) : Support pouvant être de diverses technologies et hébergeant des produits tarifaires. En pratique, il s'agit par exemple d'un support sous forme de : ticket papier, carte à puce, smartphone...

Titre de transport : matérialisation d'un contrat liant le voyageur à un transporteur. Selon le type de support de titre, un même produit tarifaire peut se décliner sous différentes formes de titre de transport. Par exemple, l'achat d'un produit tarifaire « Ticket+ » d'IDFM mobilités peut se décliner sous la forme d'un titre de transport encodé sur un ticket magnétique, sous la forme d'un titre de transport encodé dans une carte sans contact « Navigo Easy », ou sous la forme d'un titre de transport encodé dans l'application mobile « IDF Mobilités » sur smartphone NFC.

« Titre unique » : le concept de « Titre unique » peut se décliner de plusieurs façons, sans qu'une unique définition/interprétation ne soit retenue de manière harmonisée au niveau national. C'est l'objet même du Hackathon de pouvoir questionner ce à quoi renvoie ce concept de « titre unique » (au niveau national), qui pourrait se traduire par un « abonnement à tarif unique », un « titre unique pour chaque trajet », « droit à voyager avec paiement à l'usage » ou bien un « titre unique sur des supports éventuellement multiples » (cf. étude Nextendis §2.3 pour plus de détails).

1 Introduction

1.1 Le projet de titre unique

En 2022, le GART a publié 7 propositions en faveur de la mobilité adressées aux candidats à la Présidentielle. Parmi celles-ci, figure la proposition de **développer à l'échelle nationale un titre unique pour toutes les mobilités**.

La proposition était, dans le document du GAR (GART), définie de la manière suivante : « Grâce à une plateforme unique, développée sous l'égide de l'Etat et indépendante des plateformes privées, les usagers pourraient non seulement acheter et conserver leurs titres, mais également être accompagnés et guidés en temps réel avec des fonctionnalités de calcul d'itinéraire, d'offre de services et de prévision du trafic développées ».

1.2 Objectifs du document

Les transports publics sont aujourd'hui le mode de déplacement collectif le plus fréquenté et le plus capacitaire. Même si l'ambition du titre unique est de donner accès à différents services de mobilités, il est impératif de s'assurer que ce titre unique pourra **donner accès pour tous et dans tous les territoires à l'ensemble des services de transport public proposés** :

- ▶ **Bus, tramway, métro dans les réseaux urbains et péri-urbains,**
- ▶ **Car et TER dans les réseaux interurbains et régionaux.**

L'ensemble de ces réseaux de transport public s'appuient sur des systèmes billettiques, permettant la distribution et l'utilisation de titres de transports dans ces réseaux.

Des premières réunions de travail techniques ont rapidement mis en évidence que les systèmes billettiques existants en France étaient aujourd'hui, méconnus et souvent très hétérogènes.

L'objectif de cette étude est donc de **réaliser un état des lieux des systèmes billettiques pour les transports publics**, existants sur le territoire national, afin de pouvoir mesurer ensuite les écarts techniques et fonctionnels à traiter pour permettre le déploiement d'un titre unique.

Les billettiques associées aux services ferroviaires de voyageurs nationaux et internationaux, au service librement organisé de voyageurs par autocar (SLO) ne sont pas adressées dans cette étude.

Il n'est pas non plus prévu dans le cadre de cette étude d'étudier les systèmes billettiques des autres services de mobilités que ceux adressant les services de transports publics locaux et régionaux sur le territoire national (covoiturage, vélo en libre-service, micro-mobilités ...).

Une attention particulière sera toutefois portée dans l'analyse des systèmes billettiques existants sur leur niveau d'ouverture afin de déployer un titre unique donnant accès à d'autres services de mobilités.

1.3 Préambule sur la définition du titre unique

Le titre unique a pour objectif de faciliter les déplacements en transport public sur le territoire national, en permettant un voyage sans couture d'un point A à un point B.

Le titre unique est par définition un **titre intermodal**, c'est-à-dire la représentation d'un contrat de transport unique proposé à l'utilisateur, donnant la possibilité d'accéder à un ou plusieurs réseaux de transports publics, opérés par un ou plusieurs exploitants.

La notion de titre unique peut se décliner de plusieurs façons différentes, sans qu'à ce stade aucune décision n'ait été entérinée sur le fait d'implémenter un ou plusieurs de ces déclinaisons sur le territoire national. C'est notamment l'objet du Hackathon organisé du 6 à 8 février 2023 lors du Forum de l'AIT (<https://www.forumait.fr/>) de rassembler et de faire réfléchir les parties prenantes de

l'écosystème des mobilités sur la forme que pourrait prendre ce titre de transport de demain. Une étude d'opportunité (6t pour le Ministère de la Transition Ecologique, 2023) a également été confiée au bureau d'étude 6t afin de constituer un entrant additionnel à cette réflexion

Un abonnement à tarif unique à l'échelle nationale

De façon prosaïque, chacun peut imaginer que cette promesse de titre unique se traduise simplement par la mise en place d'un abonnement à tarif unique, donnant accès à l'ensemble l'ensemble des réseaux de transport public du territoire national sur une période donnée.

C'est l'approche retenue en Autriche avec le **KlimatTicket** (<https://www.klimaticket.at/en/>) ou en Allemagne durant l'été 2022 avec le ticket à 9 euros et qui devrait être reconduit de façon pérenne en 2023 à un tarif de 49 euros (<https://www.ville-rail-transports.com/ferroviaire/ticket-a-9-euros-en-allemande-et-apres/>).

Un titre unique pour chaque trajet

Cette proposition peut aussi prendre une autre forme avec la distribution pour chaque trajet d'un titre unique, combinant plusieurs titres donnant individuellement accès à chacun des réseaux empruntés lors du déplacement. Le tarif de ce titre combiné peut rester simplement la somme des tarifs des titres individuels ou offrir une réduction tarifaire pour l'ensemble du parcours. Cette approche peut paraître plus adaptée par exemple dans une logique de distribution de titres occasionnels ne donnant pas forcément accès à l'ensemble du territoire, et permettant une facturation non pas forfaitaire sur la base d'un accès illimité mais variable sur la base des trajets effectués.

C'est une des approches proposées en Suisse avec le **SwissPass** (<https://www.swisspass.ch/about-swisspass?lang=fr>) suivant la logique « un trajet = un ticket ».

Un droit à voyager avec paiement en fonction de l'usage

Une troisième voie, peut être également celle de proposer un service donnant droit à se déplacer sur tous les réseaux de transport, sans imposer le prépaiement d'un abonnement forfaitaire et sans passer par une étape préalable de sélection et d'achat de titres pour chaque trajet. Cette approche impose à l'utilisateur de valider systématiquement ses déplacements, qui lui sont ensuite facturés à l'issue d'une période donnée dans un logique de post paiement. La tarification peut être encore une fois la somme des tarifs des titres individuellement consommés sur chaque réseau, ou une tarification éventuellement remise voire plafonnée sur la période facturée.

Cette approche est l'option retenue par le réseau **Transport for London grâce à l'Open Payment** qui permet aux usagers d'emprunter le réseau simplement avec leur carte bancaire ou application de paiement sans contact, sans achat ou sélection de titre préalable, en validant à chaque point d'entrée/sortie du réseau, et permettant une facturation en fonction des trajets effectués, plafonnée au tarif d'un forfait quotidien ou hebdomadaire (<https://tfl.gov.uk/fares/find-fares/tube-and-rail-fares/pay-as-you-go-caps>).

Ces 3 principales déclinaisons sont résumées dans le tableau ci-après et seront prises en compte dans l'étude d'impact qui fera suite à cet état des lieux.

Déclinaison possible	Description	Modalités de distribution
Abonnement à tarif unique	Un seul produit tarifaire dont le prix est fixe et défini collectivement par les AOM partenaires.	Achat préalable
Titre unique pour chaque trajet	Une combinaison de plusieurs produits tarifaires existants dont le prix est défini par chaque AOM partenaires. Une remise sur le tarif combiné peut être éventuellement appliqué.	Achat préalable
Droit d'accès avec paiement à l'usage	Un seul produit tarifaire défini collectivement par les réseaux partenaires, dont le montant peut être le cumul de tarifs	Pas d'achat préalable, post paiement d'un montant résultants des trajets effectués

Il n'est pas prévu dans le cadre de cette étude d'aborder les sujets relatifs à la gouvernance, à la tarification d'une offre de titre unique, ainsi qu'au sujet de répartition des recettes issues de la vente de titres uniques.

Un titre unique sur des supports éventuellement multiples

La mise en œuvre d'un titre unique ne présuppose pas de le déployer sur un seul type de support. Pour des raisons d'inclusion sociale, il paraît légitime d'imaginer que le titre unique se déclinera à minima sous forme de titre dématérialisé et sous forme de support physique.

Rien n'est préjugé à ce stade sur la ou les technologies de support sur lesquelles sera déployé le titre unique. C'est un des objectifs de cet état des lieux **d'identifier les technologies de support les plus à même de porter un titre unique**, en privilégiant celles qui auront le moins d'impact sur les infrastructures billettiques en place, tout en maximisant la part des usagers adressables. **Le déploiement d'une combinatoire de plusieurs technologies de support pour le titre reste une hypothèse fortement probable à ce stade.**

1.4 Contenu de l'étude

Pour cette étude, nous avons identifié les principales technologies de supports mise en œuvre dans les solutions de billettique pour les transports publics en France.

C'est en effet par le prisme des technologies utilisés pour les supports qu'il nous a paru pertinent d'aborder cet état des lieux. Ce sont les technologies de supports qui conditionnent structurellement les solutions billettiques, en dictant le type de matériel à déployer dans les infrastructures physiques de vente et de validation/contrôle des titres, ainsi que les accords contractuels à passer avec les autres acteurs de l'écosystème, notamment dans l'univers des smartphones.

Seules les technologies les plus répandues ou susceptibles d'être pertinentes pour le déploiement d'un titre unique seront prise en compte.

Pour chacune de ces technologies, les éléments d'état des lieux seront rassemblés :

- Présentation succincte de chacune de ses technologies, des normes ou standards associés, des principaux fournisseurs,
- Recensement des impacts fonctionnels et techniques sur les équipements et systèmes back office des solutions billettiques existantes pour accepter ce type de supports et permettre une interopérabilité entre différents réseaux,
- Identification des opportunités et limitations induites par chaque type de support sur la gamme tarifaire adressables, le parcours client (achat, distribution, validation, contrôle, SAV), la dépendance vis-à-vis des fournisseurs, l'accessibilité par tous à la solution,
- Cartographie des déploiements de chaque technologie sur les principaux réseaux de transport publics urbains et régionaux, avec un focus sur les réseaux fermés et le niveau d'interopérabilité déjà existants

Sachant qu'il y a en France plus de 400 AOM dont une centaine environ est équipée de solutions billettiques, nous établirons ensuite une cartographie exhaustive sur les 10 principaux réseaux urbains ainsi que sur les réseaux régionaux interurbains routiers et ferroviaires, de l'état de déploiement de ces technologies :

Les 10 principaux réseaux urbains

1. **Lyon**
2. **Marseille**
3. **Lille**
4. **Toulouse**
5. Bordeaux
6. Lens
7. Nantes
8. Nice
9. Strasbourg
10. **Rennes**

Les réseaux régionaux

1. Auvergne-Rhône-Alpes
2. Bourgogne-Franche-Comté
3. Bretagne
4. Centre-Val de Loire
5. Corse
6. Grand Est
7. Hauts-de-France
8. **Ile-de-France**
9. Normandie
10. Nouvelle-Aquitaine
11. Occitanie
12. Pays de la Loire
13. Provence-Alpes-Côte d'Azur (Sud)

Parmi ces réseaux, 6 réseaux sont d'accès fermés (accès métro ou RER, **surlignés en gras** dans la liste ci-dessus) et feront l'objet d'une attention particulière.

Les réseaux urbains de taille moindre ne seront pas pour autant exclus de l'étude mais seules des informations génériques et des principales tendances seront restituées.

2 Les technologies de supports de titres

2.1 De multiples technologies de supports billettiques

L'accès aux transports publics requiert la délivrance d'un titre de transport à l'utilisateur. Cette délivrance peut être :

- ▶ Soit la délivrance d'un titre sur un support physique :
 - ▶ Ticket papier
 - ▶ Ticket magnétique
 - ▶ Billet sans contact
 - ▶ Ticket ou carte avec un CB2D
 - ▶ Titre chargé sur une carte sans contact
 - ▶ ...
- ▶ Soit la délivrance d'un titre dématérialisé (M-ticket) dans une application mobile
 - ▶ Titre dématérialisé au format NFC
 - ▶ Titre dématérialisé au format CB2D
- ▶ Soit la délivrance d'un titre dématérialisé (E-ticket) à imprimer ou afficher sur son smartphone
 - ▶ Titre dématérialisé au format CB2D
- ▶ Soit l'acceptation d'une carte ou d'une application de paiement sans contact directement comme titre de transport.



Figure 1 : Types de supports utilisés en billettique transport public

Ces différentes technologies coexistent parmi les solutions billettiques déployées en France. Généralement, la plupart des solutions billettiques acceptent différents types de supports pour différentes raisons :

- ▶ Les AOM souhaitent éviter toute discrimination dans l'accès au service de ses usagers. Par exemple :
 - ▶ Vente de titres dématérialisés (M-Ticket) pour les usagers souhaitant bénéficier d'un parcours entièrement digital et équipés de smartphones,
 - ▶ Vente de tickets papier ou de titres sur carte sans contact pour les usagers non équipés de smartphones ou préférant disposer d'un support physique pour voyager.
- ▶ Certains supports ne peuvent porter qu'une partie de la gamme tarifaire. Par exemple :
 - ▶ Tickets SMS et tickets sur papier thermiques réservés aux titres à usages immédiat,
 - ▶ Tickets magnétiques, BSC et tickets CB2D plutôt réservés aux titres unitaires et forfaits courts (jour, week-end ou semaine)
- ▶ Une mixité de support est usuellement proposée pour tenir compte des contraintes économiques de distribution des titres. Par exemple :
 - Supports physiques à bas coût ou titres dématérialisés privilégiés pour la distribution de titres unitaires,
 - Cartes de mobilité sans contact plutôt dédiées à une clientèle fréquente ou régulière

pour amortir le coût de la carte (de l'ordre d'un euro).

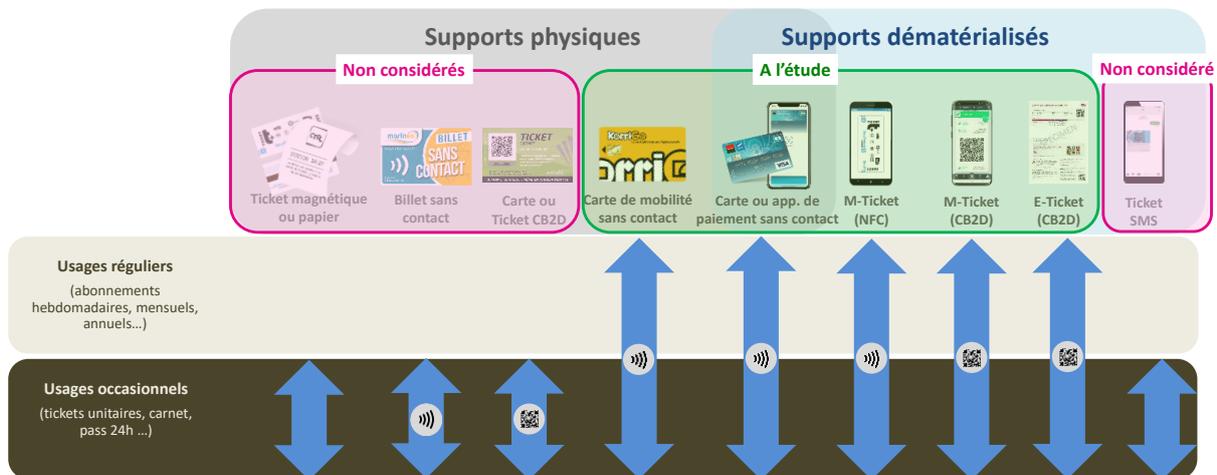


Figure 2 : Technologies de supports et gamme tarifaire adressée

De ce fait, et dans l'optique d'établir un état des lieux permettant de mettre en avant les principales technologies de support pertinentes pour l'usage d'un titre unique qui pourrait tout aussi bien servir à des usages occasionnels que réguliers, **les technologies de supports dédiés uniquement à un usage occasionnel ont été écartés de cette étude**, à savoir :

- ▶ Carte ou ticket papier avec CB2D,
- ▶ Ticket magnétique ou papier,
- ▶ Billet sans contact (BSC),
- ▶ Ticket SMS.

Un complément d'état des lieux pourra être mené, ultérieurement et si jugé utile, sur l'utilisation de cartes avec CB2D normalisés ou de BSC normalisés comme support de titre unique pour un usage occasionnel.

Le périmètre de l'étude porte donc sur les technologies ci-après qui seront détaillées dans les chapitres suivants :

- ▶ Carte de mobilité sans contact
- ▶ Titres dématérialisés sur smartphone
 - ▶ Titre dématérialisé au format NFC
 - ▶ Titre dématérialisé au format CB2D
 - Au sein d'une application (m-ticket)
 - Au format e-billet, imprimé ou à présenter sur smartphone (e-ticket)
- ▶ Carte et application de paiement sans contact (Open Payment)

2.2 Solutions support centrique et serveur centrique

Historiquement, les informations liées au titre de transport étaient inscrites dans le support et cela reste le cas dans la plupart des solutions billettiques déployées à ce jour, c'est la logique dite **support centrique**. Ce type d'architecture est souvent mal adaptée à la vente de titres en ligne, faute de disposer de valideurs connectés en permanence à la plateforme billettique centrale. La télédistribution d'un titre n'est alors pas immédiate et peut prendre jusqu'à 24h si les équipements ne récupèrent les

informations des titres à télécharger qu'en fin de service au retour des véhicules au dépôt, lorsqu'une connexion Wifi permet un dialogue avec les valideurs embarqués.

Depuis 2015, de nouvelles solutions billettiques travaillent désormais dans une logique dite **serveur centrique**, dans laquelle le support sert uniquement à identifier l'utilisateur, son profil et ses titres restant stockés dans la plateforme billettique centralisée. Lors d'une opération de validation ou de contrôle, l'équipement billettique doit alors interroger le serveur central pour vérifier de l'existence d'un titre valide associé au support. Dans certains cas pour raccourcir la durée de l'opération, les **listes de supports acceptés ou refusés** peuvent être **maintenues à jour localement dans chaque équipement**. Cela nécessite des **équipements connectés en permanence** au serveur central et une gestion de mise à jour des listes au fil des actions d'achat et de consommation des titres.

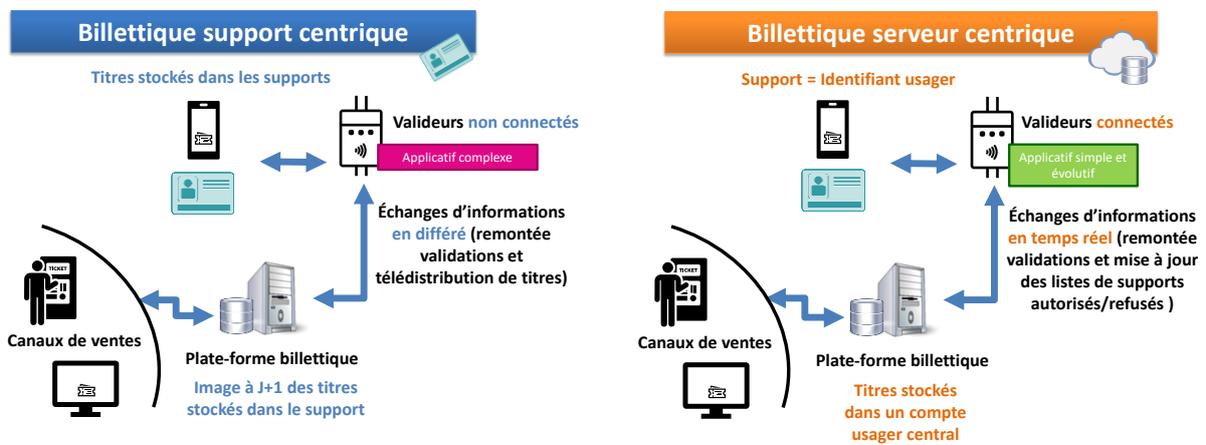


Figure 3 : Architectures billettiques support centrique et serveur centrique

Les principales différences d'implémentation entre les 2 architectures sont :

- ▶ La nécessité de **disposer d'équipements connectés en permanence au système central billettique dans une billettique serveur centrique**, ce qui représente des coûts d'investissement et de fonctionnement supplémentaires,
- ▶ **Un applicatif de validation complexe et peu évolutif dans une billettique support centrique** qui doit lire le titre sur le support et le modifier (titre à décompte, titre à validité glissante à la première validation ...), ce qui entraîne des coûts de mise à jour à chaque déploiement d'un nouveau titre, versus un **applicatif simplifié et plus évolutif dans une billettique serveur centrique** qui se contente de vérifier la présence de l'identifiant du support dans une liste locale.

Le recours à une logique support ou serveur centrique est possible sur les différents types de support étudiés, à l'exception des cartes et applications de paiement sans contact (Open Payment), support destiné par nature au paiement et non à l'hébergement de titres de transport.

Type de support	Support centrique	Serveur centrique
Carte de mobilité sans contact	✓	✓

Type de support	Support centrique	Serveur centrique
Titre dématérialisé sur smartphone au format NFC	✓	✓
Titre dématérialisé sur smartphone au format CB2D	✓	✓
Carte et application de paiement sans contact (Open Payment)	✗	✓

2.3 La problématique des réseaux fermés ou semi-fermés

Pour être en règle lors de son voyage, un usager des transports public doit **respecter les règles de validation associées au titre** qu'il utilise.

Ces **règles sont variables d'un réseau à l'autre mais également selon le titre** au sein d'un même réseau. Par exemple sur le réseau TAN à Nantes les abonnés de la formule illimitée ne sont pas tenus de valider, alors que les abonnés de la formule sur mesure doivent valider systématiquement leur titre à chaque montée.

Une façon de déployer rapidement un titre unique sur l'ensemble du territoire pourrait être de **ne pas imposer de validation sur équipement pour le titre unique**, ce qui supprimerait tout impact sur les équipements de validation.

Au-delà de recueillir une adhésion de l'ensemble des AOM pour les réseaux ouverts

Toutefois cette **proposition n'est pas applicable aux réseaux dit fermés** ou semi-fermés, c'est-à-dire nécessitant une interaction avec un équipement de contrôle d'accès (portillon, sas, ascenseur ...) en entrée (réseau semi-fermé) ou en entrée et en sortie (réseau fermé).

Il apparait donc incontournable que **les réseaux fermés ou semi-fermés devront faire évoluer leur billettique pour accepter un nouveau titre de transport comme le titre unique**. Cela ne concerne que **6 réseaux en France**, mais les modes concernés (métro, RER) sont le plus capacitaires et représentent un nombre important de voyages : 3,5 milliards voyages/an, soit **plus de 40% des voyages de l'ensemble du territoire**.

L'impact sur ces réseaux fermés qu'aura le déploiement d'un titre unique selon la ou les technologies de support retenues sera donc étudiée avec une attention particulière.

Réseaux	Population desservie en milliers d'habitants	Voyages en millions/an (2019)	Nombre de lignes	Nombre de stations	Nombre de valideurs avec contrôle d'accès
Ile de France (RER A, B, C, D et E / Transilien H, J, K, L, N, P, R et U)	6 885	1 409	13	485	10 000
Ile de France (Métros 1, 2, 3, 3bis, 4, 5, 6, 7, 7bis, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14)		1 560	16	310	
Lille	1 155	112	2	60	480
Lyon	1 463	220	4	47	683
Marseille (RTM et RDT 13)	1 444	77	2	31	203
Rennes	451	37	2	30	200
Toulouse	1 008	84	2	38	250
Total	12 406	3 499	41	1 001	11 816

Figure 4 : Liste des réseaux fermés et volume de voyages et de valideurs associés

2.4 Carte de mobilité sans contact

2.4.1 Généralités

Qu'est-ce qu'une carte sans contact ?

La carte de mobilité sans contact est une carte à puce émise par une AOM ou un exploitant de réseau de transport public.

*Le terme **carte de mobilité** est utilisé dans ce document plutôt que celui de carte de transport, car bien que le périmètre de cet état des lieux soit centré sur les services de transports publics, l'objectif à moyen terme est que cette carte puisse être utilisée pour donner accès à différents services de mobilités partagés au-delà des services de transport public.*

1. « Inlay » composé d'une puce et d'une antenne
2. Corps de carte en 2 parties, en PET/PVC, imprimé en recto/verso
3. « Overlay », film transparents de finition (optionnel)

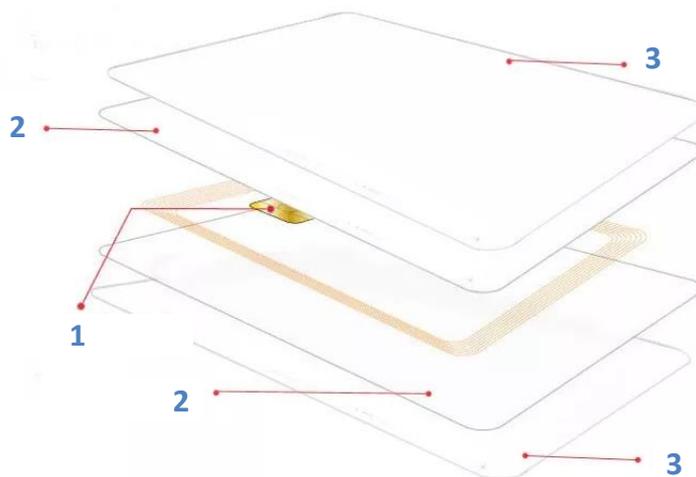


Figure 5 : Vue éclatée d'une carte à puce sans contact

Les programmes de cartes de mobilités

Une carte porte en général le nom du programme carte ainsi que les noms de l'AOM et/ou du réseau émetteur.

Une carte mobilité peut être acceptée dans un ou plusieurs réseaux de transport. Elle peut également donner accès à différents services de mobilités.

Les cartes peuvent être anonymes ou nominatives. Les nom, prénom et photo de l'utilisateur sont généralement imprimés sur les cartes nominatives.

Le profil de l'utilisateur et ses titres de transport sont associés à la carte lors de leur achat ou souscription.



Figure 6 : Exemple de carte interopérable utilisable sur plusieurs réseaux de transport

Une carte sans contact peut interagir avec les équipements de vente, de validation et de contrôle en approchant la carte d'une cible sans contact.

Clientèle adressée

La carte de mobilités sans contact permet en théorie d'adresser l'ensemble de la clientèle des transports publics car elle peut héberger ou être associée à tout type de titre et tout type de profil (plein tarif ou ayant-droit).

En pratique, elle est **surtout proposée aux abonnés et aux ayants-droits**. Son usage est durable dans le temps :

- ▶ Une carte de mobilités dure facilement plusieurs années
- ▶ Il n'y a pas nécessité de la remplacer lors du renouvellement d'un abonnement, en cas de changement de profil ou au chargement d'un nouveau titre.

Sa distribution est plus délicate auprès d'une clientèle occasionnelle :

- ▶ Les cartes personnalisées nécessitent une phase de personnalisation électrique et graphique post inscription, qui peut être, soit traitée en back office suivi d'un envoi postal, ou soit en agence pour une remise immédiate ;
- ▶ Une carte anonyme n'a pas forcément besoin d'être personnalisée, mais il n'y a peu ou pas de distributeur automatique de cartes anonymes ;
- ▶ Son coût de l'ordre d'un euro est économiquement peu compatible avec une vente de titre unitaire d'un montant à peine supérieur, sauf à faire payer le coût de la carte à l'utilisateur.

Ce type de support se trouve en concurrence avec la vente de titres occasionnels sur ticket papier, sur ticket magnétique, sur billet sans contact ou dématérialisé sur smartphone, dont l'émission est immédiate sur un support à bien moindre coût.

2.4.2 Normes et standards associées

Protocole de communication sans contact et certification associée

La France, notamment grâce à un financement de la DGTIM, a été une des nations pionnière dans ce domaine en contribuant activant depuis 2011 à la **rédaction des normes applicables au protocole de communication sans contact entre supports et lecteurs sans contact dans le domaine du transport et de la mobilité** :

- ▶ Avec la norme européenne **CEN/TS 16794** jusqu'en 2017 : (CEN TC278 WG3, 2017)
- ▶ Portée au niveau international depuis 2021 en tant que norme **ISO/IEC TS 24192** (ISO/IEC JTC1 SC17 WG8, 2021)

Les normes **CEN/TS 16794** puis **ISO/IEC TS 24192** décrivent les **exigences** applicables à l'interface de communication sans contact **propres au domaine transport**, et définissent un **plan de test associé**.

La **Smart Ticketing Alliance** (<https://www.smart-ticketing.org/>) a développé un programme de certification basé sur la CEN/TS 16794 (une évolution est en cours vers l'ISO/IEC TS 24192). Généralement, une preuve de certification est demandée à tout fournisseur de support et d'équipement sans contact pour garantir une interopérabilité de communication :

- ▶ Entre support et équipement provenant de différents fournisseurs,
- ▶ Entre support et smartphones NFC (pour recharger une carte de mobilité sans contact à l'aide d'un smartphone NFC),
- ▶ Entre équipement et smartphones NFC (pour accepter une carte de mobilité dématérialisée sur un smartphone NFC).

Ce certificat peut être obtenu auprès de Paycert (<https://www.cna-paycert-certification.eu/rf-interface-2>), un organisme de certification indépendant, seul habilité à ce jour à délivrer une certification RF selon le programme de la Smart Ticketing Alliance.

La liste à jour des cartes certifiées ISO/IEC TS 24192 (CEN/TS 16794) par PayCert est publique et se trouve sur le site de PayCert : <https://www.cna-paycert-certification.eu/rf-interface/picc>.

La quasi-totalité des cartes de mobilités du marché français émises depuis 2017 sont certifiées.

La liste à jour des terminaux certifiés ISO/IEC TS 24192 (CEN/TS 16794) est publique et se trouve sur le site de PayCert aux pages <https://www.cna-paycert-certification.eu/rf-interface/pcd/>.

Une bonne partie des équipements billettiques sans contact produits depuis 2017 sont certifiés, mais certains industriels ont peu ou pas d'équipements certifiés.

Applications billettiques et certification associée

Une carte de mobilité sans contact peut porter selon le cas une ou plusieurs applications billettiques :

- ▶ Une **application billettique locale**,
- ▶ Une application billettique générique **HopLink** pour stocker les titres interopérables au-delà d'un périmètre local.

Les applications billettiques locales

Deux types d'application billettique locale sont utilisées en France :

- ▶ **Application billettique métropolitaine**, pour les cartes émises par les AOM urbaines disposant d'un programme de carte dédié ;
- ▶ **Application billettique régionale**, pour les cartes émises par les AOM régionale disposant d'un programme de carte interopérable et par les AOM urbaines partenaires de ce programme.

Certaines AOM urbaines sont partenaires de programme de carte interopérable régional mais ont néanmoins choisi de distribuer des cartes de mobilités métropolitaines avec leur propre application billettique locale. Celle implique que leur solution billettique accepte à minima 2 types de cartes et d'applications billettiques : l'application / carte métropolitaine, l'application / carte régionale.

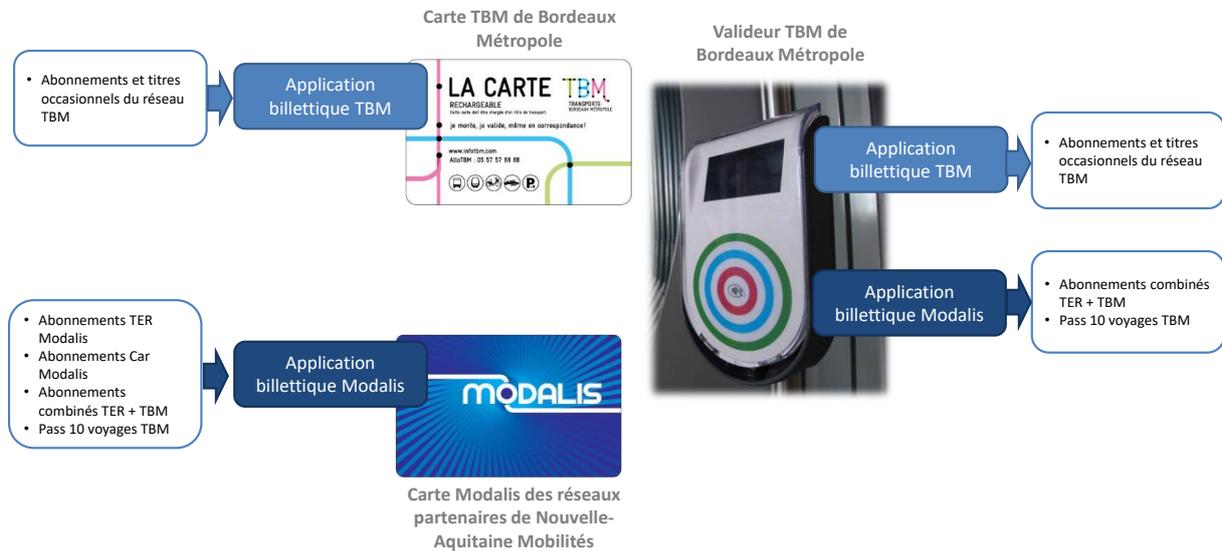


Figure 7 : Exemple d'interopérabilité autour de 2 applications billettiques différentes

L'application générique Hoplink

Calypso a spécifiée une application générique Hoplink (anciennement dénommée Triangle 2), qui a vocation à héberger des titres interopérables sur un périmètre dépassant le périmètre d'usage des applications billettiques locales : titres transfrontaliers, titres transrégionaux Par nature, cette application semble bien adaptée pour porter une gamme tarifaire de titres uniques acceptée sur tous les réseaux équipés de solutions billettiques.

En France, la plupart des applications billettiques s'appuient sur les standards **Calypso Prime**, gérés par la Calypso Networks Association (<https://calypsonet.org/>). Les standards Calypso définissent différents éléments indispensables à la mise en œuvre d'une application billettique :

- ▶ Les conditions d'accès aux informations contenues dans l'application billettique (sécurité) ;
- ▶ L'organisation des informations dans la structure de fichiers portées par la carte ;
- ▶ Le jeu de commandes supportées pour dialoguer avec l'application billettique.

En France, l'interopérabilité des cartes de mobilités sans contact s'est construite exclusivement autour des standards Calypso, complétés par les travaux normatifs menés en CN03.

Certains réseaux utilisent des applications billettiques non compatibles Calypso, mais celles-ci sont réservées à un usage local et non interopérable. De ce fait, ce type d'applications n'est pas détaillé dans cette étude.

A l'heure actuelle, **une cinquantaine d'applications billettiques différentes coexistent en France**, elles diffèrent par les éléments suivants en fonction de leur périmètre d'usage et de leur date de mise en service :

- ▶ Leurs clés de sécurité, propres à chaque application et uniquement déployées sur les équipements des réseaux ayant à accepter l'application billettique,
- ▶ La version des spécifications Calypso mise en œuvre,
- ▶ Le type de structure de fichiers ou **conteneur** mis en œuvre.

Les cartes de mobilités les plus anciennes sont basées sur la version 2.4 ou inférieure de Calypso. Les cartes les plus récentes sont basées sur la version 3.1 ou suivantes. La durée de vie d'une carte de mobilité étant de plusieurs années, certains réseaux limitent techniquement leur durée de vie (généralement de 5 à 8 ans), d'autres non. Cela oblige de nombreuses solutions billettiques à maintenir en parallèle le support de différentes versions des spécifications Calypso et de structures de fichiers.

La diversité des versions Calypso déployées et supportées dans les solutions billettiques est un élément de complexité à prendre à compte dans la diffusion d'un titre unique sur carte Calypso. Une montée en version Calypso minimale des équipements et solutions billettiques sera nécessaire pour déployer un titre unique à l'échelle nationale.

Pour valider la conformité d'une carte sans contact ou d'un terminal billettique aux exigences fonctionnelles du standard Calypso Prime, **Calypso Networks Association a défini un programme de certification**.

Paycert est le seul organisme de certification habilité à ce jour par Calypso Networks Association à délivrer une certification fonctionnelle pour les cartes Calypso Prime. La liste des cartes Calypso certifiées se trouve à l'adresse : <https://www.cna-paycert-certification.eu/card/native/>

Concernant les terminaux, Calypso Networks Association a défini une structuration des équipements en trois couches logicielles pour assurer l'évolutivité, la modularité et la capacité du terminal à traiter toutes les cartes Calypso certifiées :

- ▶ Couche logiciel lecteur
- ▶ Librairie fonctionnelle Calypso
- ▶ Application billettique

Calypso Networks Association délivre des lettres d'enregistrement pour la Couche logiciel lecteur et pour la Librairie fonctionnelle Calypso, pour l'instant sur base déclarative du fournisseur et bientôt sur la base d'un processus de certification. L'application billettique est propre à chaque réseau et fait l'objet de tests de recette lors de la livraison ou de mise à jour de cet élément.

La liste des terminaux et logiciels ayant fait l'objet d'une déclaration de conformité est disponible à l'adresse : <https://calypsonet.org/calypso-certification/?lang=fr>.

*Dans une approche plus globale, Calypso Networks Association a publié en 2022 un **guide d'accompagnement à la rédaction d'un appel d'offres de cartes, de billettique mobile NFC et de terminaux basés sur le standard Calypso** (Calypso Networks Association, 2022).*

Gamme tarifaire, référentiel billettique et recette d'interopérabilité

Dans une solution **billettique support centrique**, l'application billettique d'une carte de mobilité héberge les titres de transport de la gamme tarifaire.

C'est l'objet de la norme française **Intercode (NF P99-405)** (AFNOR (CN03)), développée au sein de la commission transport du BNTRA (CN03) d'offrir **un socle commun pour le codage des données dans les applications billettiques interopérables**, et de fixer des règles d'utilisation de ces données sans figer les pratiques commerciales et tarifaires de chaque AOM ou opérateur de transport.

La version actuelle de la norme Intercode 2.2 est constituée de 6 parties. Les trois premières parties recouvrent le périmètre de la version précédente (2.1) de la norme en y apportant des précisions et compléments :

- ▶ Partie 1 : Codification des éléments et structures de données
- ▶ Partie 2 : Cycle de vie des données
- ▶ Partie 3 : Logement des données dans les conteneurs classiques

Les volets suivants apportent des éléments concernant le logement des données dans des conteneurs nouvellement introduits :

- ▶ Partie 4 : Logement des données dans les conteneurs Hoplink et HClA
- ▶ Partie 5 : Logement des données dans le conteneur T2016
- ▶ Partie 6 : Logement des données dans un code-barres

Pour une carte de mobilité sans contact, une conformité aux parties 1 à 5 est requise, avec un support optionnel des parties 3 à 5 selon le type de conteneur choisi pour l'application billettique.

La gamme tarifaire portée par chaque application nécessite des spécifications complémentaires qui sont définies au sein d'un référentiel billettique applicable sur le périmètre du bassin d'interopérabilité.

Le référentiel billettique est un ensemble de documents permettant de définir tous les éléments permettant à chacun des acteurs de l'écosystème de l'interopérabilité d'être en mesure :

- ▶ D'émettre un support
- ▶ De configurer un profil sur un support
- ▶ De distribuer ou téléistribuer un titre interopérable
- ▶ De valider un titre interopérable
- ▶ De contrôler un titre interopérable
- ▶ Suspendre ou résilier un titre
- ▶ Suspendre ou résilier un support
- ▶ Reconstituer un support avec ses titres en SAV
- ▶ ...

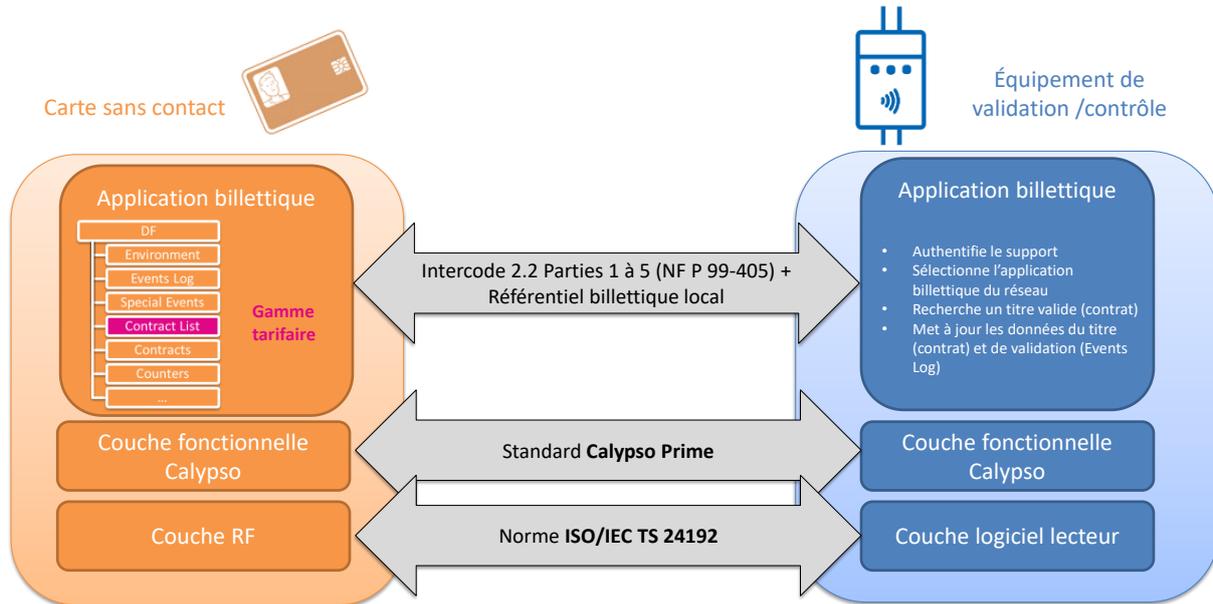
L'introduction d'un nouveau support, titre ou équipement billettique nécessite la vérification de son bon fonctionnement avec l'ensemble des équipements ou supports disponibles sur le bassin d'interopérabilité.

Pour un titre interopérable, cette vérification passe par la réalisation d'une **campagne de tests d'interopérabilité**. La réalisation de ces campagnes de recette se fait soit en faisant circuler les produits à tester entre les différents réseaux du bassin d'interopérabilité, soit le plus souvent au sein d'une plateforme de test dédiées, regroupant un modèle de chaque type d'équipement et de support et permettant de réaliser les tests en un seul et même endroit.

En France, l'interopérabilité billettique s'est développée historiquement sur des bassins métropolitains et régionaux.

Un référentiel billettique est de ce fait d'autant plus complexe à mettre en place et à maintenir qu'il y a de réseaux partenaires impliqués : d'une quinzaine en Bretagne au sein du programme KorriGo, jusqu'à plus de 50 en Auvergne Rhône Alpes au sein du programme Oûra.

Synthèse des normes et standards applicables



Pour les terminaux billettiques

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Couche Logiciel lecteur	• Norme ISO/IEC TS 24192	Certification RF délivrée par PayCert (selon programme défini par la Smart Ticketing Alliance)
	• Reader Layer Requirements	Lettre d'enregistrement délivrée par Calypso Networks Association (programme de certification à venir)
Couche fonctionnelle Calypso	• Standard Calypso Prime (Calypso Layer Requirements)	Lettre d'enregistrement délivrée par Calypso Networks Association (programme de certification à venir)
	• Logiciel Open Source : Eclipse Keyple	Lettre d'enregistrement délivrée par Calypso Networks Association (programme de certification à venir)
Couche application billettique	• Norme française Intercode 2.2 Parties 1 à 5 (NF P 99-405) • Complétée au niveau du bassin d'interopérabilité par un référentiel billettique local	Campagne de recette locale ou d'interopérabilité (pilotée par une AOM ou un groupement d'AOM)

Pour les cartes de mobilités sans contact

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Protocole de communication	• Norme ISO/IEC TS 24192	Certification RF délivrée par PayCert (selon programme défini par la Smart Ticketing Alliance)
Application billettique	• Standard Calypso Prime	Certification Calypso délivrée par PayCert (selon programme défini par la Calypso Networks Association)
	• Application Calypso Hoplink	Processus déclaratif du fournisseur
Gamme tarifaire (titres)	• Norme française Intercode 2.2 Parties 1 à 5 (NF P 99-405) • Complétée au niveau du bassin d'interopérabilité par un référentiel billettique local	Campagne de recette d'interopérabilité (pilotée par une AOM ou un groupement d'AOM)

2.5 Titres dématérialisés sur smartphone

La dématérialisation des titres de transport sur smartphone représente depuis longtemps un enjeu fort pour les collectivités et leurs usagers en quête de solution leur permettant de voyager simplement avec leur smartphone.

Depuis une dizaine d'années, de nombreuses applications mobiles proposent l'achat et la dématérialisation de titres de transport depuis son smartphone.

Toutefois, la part des ventes de titres de transport public sur smartphone peinent à dépasser les 20% dans les réseaux où elle est le mieux déployée, et est encore loin d'égaliser celle observée pour le ferroviaire TER ou longue distance, pour lesquelles 96 à 99% des billets sont désormais numériques.

Plusieurs approches sont proposées :

- ▶ L'émulation d'une carte de mobilité sans contact au sein d'un smartphone NFC, avec des titres dématérialisés au format NFC (sans contact)
- ▶ L'affichage de titre dématérialisé au format CB2D (code-barres 2D)

Clientèle adressée

Les titres dématérialisés sur smartphone sont susceptibles d'adresser toute la clientèle des usagers des transports publics.

Le fait de proposer un parcours client 100% dématérialisé depuis une application mobile rend cette technologie pertinente pour la vente et l'usage de titres occasionnels. Cette technologie permet également d'adresser les abonnés plein tarifs ou bénéficiaires de tarifs réduits, certaines collectivités proposant un parcours d'inscription en ligne ou hybride (inscription en point de vente puis dématérialisation du titre sur le smartphone de l'utilisateur).

2.6 Titre dématérialisé au format NFC

2.6.1 Généralités

La plupart des smartphones sont désormais dotés d'une fonction de communication sans contact, dénommée NFC pour Near Field Communication.

Pour un usage dans les transports public, cette fonction est utilisée pour émuler une carte Calypso Prime dans un smartphone NFC. Cette approche permet de minimiser les impacts sur les solutions billettiques acceptant déjà des cartes de mobilités sans contact. Un smartphone NFC sera ainsi vu comme peu ou prou une carte de mobilités sans contact et pourra donc héberger les mêmes titres que ceux disponibles sur carte.

L'émulation d'une carte de mobilité sans contact au sein d'un smartphone NFC peut être réalisée de différentes façon :

- ▶ En utilisant la technologie HCE (Host Card Emulation) sur smartphone Android,
- ▶ En utilisant un des wallets, que sont les portefeuilles de cartes virtuelles Apple Wallet, Samsung Wallet et Google Wallet, respectivement proposés par Apple et Samsung sur leur smartphones (et montres connectées) ou sur tout smartphone ou montre connectée Android pour Google Wallet.

Un premier constat évident est qu'il faut combiner au moins 2 technologies différentes pour couvrir l'ensemble du parc des usagers équipés de smartphone NFC.

Ile-de-France Mobilités a ainsi déployé en premier lieu la carte Navigo dans le wallet Samsung et sur carte SIM Orange/sosh en 2019, puis en technologie HCE sur tous les smartphones Android en 2022,

et projette le déploiement dans le wallet Apple en 2023.

Les schémas suivants représentent les scénarios de dématérialisation envisageables pour une carte de mobilité sur smartphone NFC et l'audience couverte par chacun des scénarios.

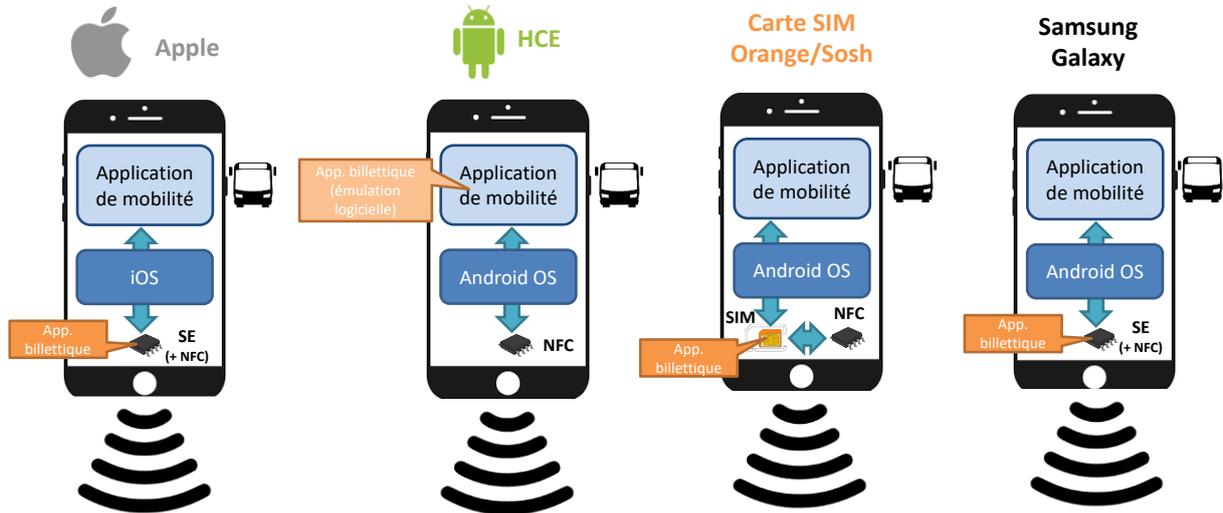


Figure 8 : Scénarios de dématérialisation de cartes de mobilités sur smartphone NFC

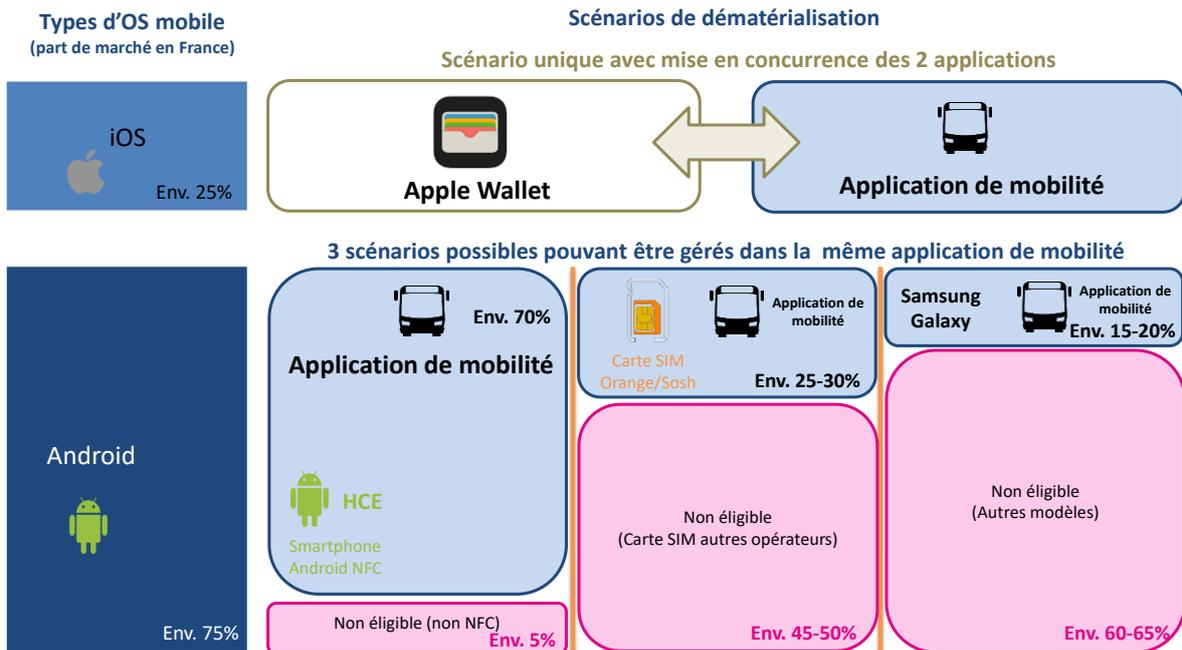


Figure 9 : Audience couverte selon pour chaque scénario de dématérialisation

Carte de mobilités dans les wallets Apple, Google et Samsung

Dans ce type de solution, l'application billettique est hébergée dans un élément de sécurité, dénommée SE pour Secure Element, qui est plus ou moins une puce comparable à la puce d'une carte de mobilités et peut donc héberger une application billettique de type Calypso avec le même niveau de sécurité que celui d'une carte de mobilité. **Le smartphone NFC est traité par les équipements billettiques quasiment à l'identique d'une carte de mobilité.**

Cette solution a l'avantage de ne pas nécessiter d'évolution importante dans les applicatifs des terminaux billettiques en place, à condition que le système billettique soit conforme à minimum avec la révision 3 de Calypso Prime.

Les principaux impacts sont principalement liés à la dématérialisation de la carte dans le SE du smartphone, qui reste la propriété des fabricants de smartphones. Ceux-ci sont donc en position de dicter leurs conditions pour dématérialiser d'une carte de mobilité sur leurs smartphones.

Ces conditions diffèrent d'un acteur à l'autre :

- ▶ Le wallet Google n'est pas considéré dans cette étude car Calypso Network Association n'a pas conclu d'accord avec Google pour dématérialiser une carte Calypso dans le wallet Google, préférant privilégier l'approche Android HCE plus ouverte. **Le wallet Google propose de dématérialiser de nombreuses cartes de mobilités étrangères** (notamment pour des réseaux de transport américains) **mais pas pour les cartes Calypso utilisée en France.**
- ▶ **Samsung** a la politique la plus conciliante sur l'usage de son wallet. Aucun usage de son wallet n'est imposé pour créer et utiliser une carte de mobilité dématérialisée dans le SE de ses smartphones. De ce fait, **l'ensemble des fonctions d'achat, de distribution et de suivi d'usage des titres peuvent être proposée dans l'application de mobilité de l'AOM** ou de son prestataire. A noter, que seuls les smartphones et montres connectées de la gamme Samsung Galaxy sont éligibles.
- ▶ **Apple** impose des conditions strictes d'usages de son wallet qui sont non publiques et à négocier par chaque AOM. Les dématérialisations de cartes de transport déjà effectuées dans le wallet Apple ont permis d'observer **une mise en concurrence entre le wallet Apple et l'application de mobilité.** Par exemple, la création de la carte virtuelle de transport ne peut se faire que dans le wallet Apple. Apple souhaite créer de l'usage dans son application de gestion de cartes en le rendant incontournable lors de la dématérialisation de la carte, mais également pour y proposer de l'achat de titres et des informations de suivi avec un niveau d'expérience utilisateur élevé. Contrairement à Samsung, Apple souhaite pour l'instant négocier ces conditions d'usage et les conditions économiques associées directement avec les AOM ou leurs opérateurs, ce qui pose la question de la possibilité de déployer cette solution sur les réseaux de petite taille.
D'un point de vue technique, **Apple impose le support du mode Express** dans les équipements billettiques pour permettre un geste de validation sans avoir à déverrouiller son smartphone ou sa montre connectée. **Ceci nécessite une mise à jour du logiciel de communication sans contact des équipements billettiques** et une validation par les équipes d'Apple de leur conformité.

Emulation Android HCE

L'accès à la technologie sans contact sur smartphone, dénommée NFC, est ouverte sur les smartphones NFC équipés du système d'exploitation Android. Une librairie HCE permet à toute application mobile d'échanger des commandes sans contact avec les équipements billettiques, comme le ferait une carte de mobilités sans contact.

Toutefois, cette technologie ne repose pas sur l'utilisation d'un élément sécurisé stocké dans le smartphone NFC, mais sur une **sécurité logicielle**. De ce fait, il est recommandé par Calypso Network Association d'utiliser des clés de sécurité dédiées et d'adapter la gestion sécuritaire dans les équipements billettiques, soit en s'appuyant si possible sur des clés non utilisées dans les SAM existants, soit en déployant de nouvelles clés dans de nouveaux SAM.

Comme pour les solutions à base de SE, le système billettique doit être conforme à minimum avec la révision 3 de Calypso Prime. Elle **nécessite une évolution logicielle des terminaux billettiques de validation afin de mettre en place des mesures de sécurité spécifiques à la solution HCE**.

2.6.2 Normes et standards associées

Protocole de communication sans contact et certification associée

Pour les smartphones NFC, ce sont les fabricants de smartphone qui déterminent les exigences et certifications applicables à leurs produits. En matière de conformité pour le protocole de communication sans contact ou NFC, les fabricants de smartphone s'appuient essentiellement sur le **programme de certification du NFC Forum**.

La liste des smartphones NFC certifiés ou évalués conformes aux exigences du NFC Forum est disponible ici : <https://nfc-forum.org/products/certified-products>

Un travail de convergence a été mené en normalisation au niveau CEN TC 278 WG3 et ISO TC 204 WG8 (comités techniques régissant les normes dans le domaine du transport public) de façon à assurer une interopérabilité entre smartphones NFC conformes aux exigences du NFC Forum et équipements billettiques conformes aux exigences de la CEN/TS 16794 ou de l'ISO/IEC TS 24192).

Il n'y a donc **pas d'exigences supplémentaires au niveau de la communication sans contact pour les équipements billettiques** qui voudront accepter des titres dématérialisés au format NFC sur smartphones NFC. Les exigences de certification RF applicables aux équipements billettiques restent celles présentées en §0.

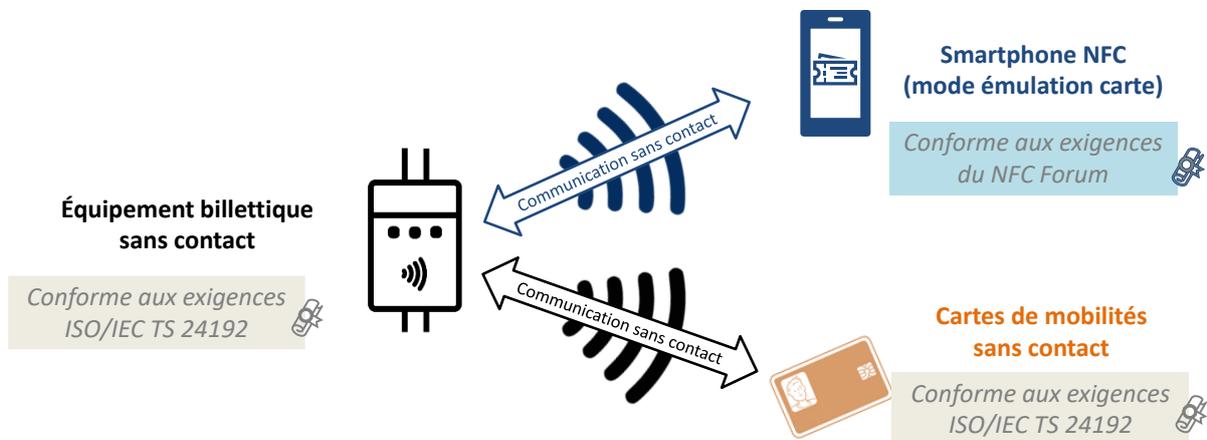


Figure 10 : Exigences portant sur la communication sans contact pour l'acceptation des smartphones NFC

Concernant le **support du mode Express dans les équipements billettiques** pour permettre un geste de validation sans avoir à déverrouiller son smartphone ou sa montre connectée Apple, **le processus de certification est géré par Apple**, et chaque fabricant d'équipement billettique doit se rapprocher des équipes d'Apple Inc. afin de valider la conformité de leur équipement.

Création d'une carte de mobilité virtuelle dans les smartphones NFC et certification associée

Comme déjà évoqué, une carte de mobilité en mode HCE ou dans un SE (cas des wallets) doit pleinement **émuler une carte Calypso Prime révision 3**.

Pour les réseaux non encore compatibles avec cette version récente du standard Calypso, une montée en version des logiciels embarqués dans les équipements billettiques sera nécessaire.

Côté smartphone, Calypso Network Association met à disposition un applet¹ Calypso générique qui peut être chargée dans le SE d'un wallet. Cet applet peut être intégré par le fournisseur de la solution de création de carte virtuelle sur smartphone ou par le fabricant de smartphone lui-même.

S'agissant d'émuler les cartes de mobilités sans contact, le même constat s'applique côté smartphone NFC que pour les cartes de mobilités :

- ▶ Si l'on souhaite minimiser les impacts côté équipements billettiques, le smartphone NFC se doit d'émuler une application billettique déjà acceptée par les équipements en place.
- ▶ **L'usage de titres dématérialisé sur smartphone passe donc généralement par l'émulation d'une application billettique locale à chaque réseau.**

Malgré une initiative lancée en 2012 par l'AFIMB (désormais MINT) et soutenue par le GART, la tentative de développer une application billettique commune (ABC) sur smartphone n'a pas réussi à s'imposer.

A ce jour, **une dizaine d'applications billettiques dématérialisées différentes coexistent en France**, principalement dans les réseaux les plus importants et/ou disposant d'un mode de transport avec contrôle d'accès.

Des travaux ont toutefois été réalisés en CN03 pour simplifier et harmoniser les implémentations de cartes virtuelles notamment en environnement HCE avec la définition d'un conteneur billettique, dénommé **HCIA**, conforme aux exigences HCE (Calypso Networks Association, 2020) et **HopLink** (Calypso Networks Association, 2020) définies par Calypso Networks Association.

Pour les solutions d'émulation de cartes HCE Calypso sur smartphone, Calypso Network Association va mettre en place en 2023 un processus de certification fonctionnelle et sécuritaire.

Pour les solutions d'émulation de cartes Calypso dans le SE d'un wallet, Calypso Network Association a mis en place un processus de certification fonctionnelle pour les applets Calypso. La liste des couples applet/SE ayant fait l'objet d'une déclaration de conformité est disponible à l'adresse : <https://www.cna-paycert-certification.eu/card/calypso-prime-applet/>

Des solutions de dématérialisation de cartes de mobilités dans les smartphones NFC sont proposées par divers fournisseurs de solution, indépendants des intégrateurs billettiques : Digimobee, Wizzway Solutions, Spirtech ... Le déploiement d'une carte virtuelle dans le wallet Apple nécessite en outre une

¹ Applet : application logicielle pour environnement JAVA Card

contractualisation avec Apple Inc.

Télédistribution des titres dans les smartphones NFC et recettes associés

Dans une solution **billettique support centrique**, les titres dématérialisés au format NFC sont hébergés dans l'application mobile émulant une carte en HCE ou dans le SE du wallet du smartphone NFC.

Un des principaux avantages qu'apporte l'émulation d'une carte de mobilité sur smartphone, est que **pour les solutions billettiques support centrique**, la **télédistribution des titres est immédiate** : le smartphone est par nature constamment connecté à la solution billettique et peut donc dialoguer avec elle pour charger via le réseau mobile le titre sur la carte virtuelle qu'il héberge.

Cependant, les opérations de télédistribution sur smartphone diffèrent légèrement de la télédistribution sur équipement pour les cartes de mobilités et sont spécifiques à chaque type de solution :

- ▶ Télédistribution pour solution d'émulation logicielle HCE,
- ▶ Télédistribution pour solution avec émulation d'une carte dans le SE d'un wallet avec une gestion de la sécurité propre à chaque fournisseur de wallet.

La télédistribution de titres doit donc faire l'objet d'adaptations spécifiques pour adresser les smartphones NFC, car elle diffère légèrement de la télédistribution de titres sur carte de mobilité.

Comme pour les cartes de mobilités sans contact, c'est la norme française **Intercode (NF P99-405)** (AFNOR (CN03)), développée au sein de la commission transport du BNTRA (CN03) qui permet d'offrir **un socle commun pour le codage des données dans les applications billettiques sur smartphone NFC**.

Une conformité aux parties 1 à 5 de la norme **Intercode (NF P99-405)** (AFNOR (CN03)) est donc requise, avec un support optionnel des parties 3 à 5 selon le type de conteneur choisi pour l'application billettique émulée. Si la solution de dématérialisation HCE est retenue, une conformité à la Partie 4 (conteneur HCIA) de doit être vérifiée.

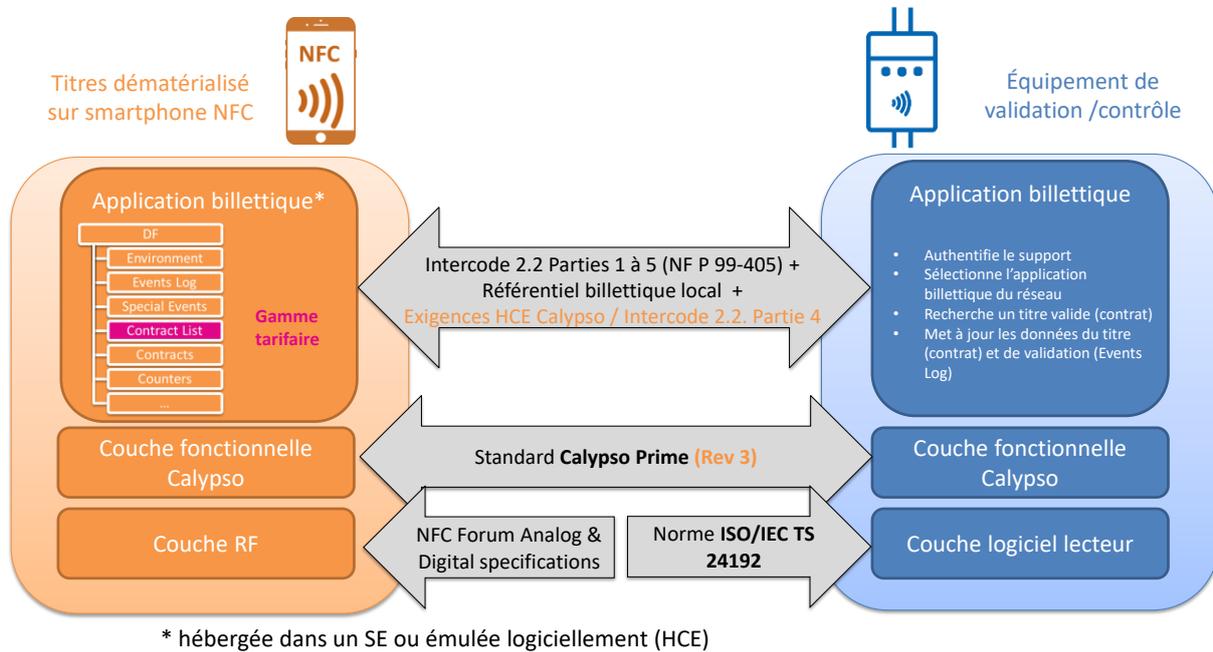
La gamme tarifaire portée par chaque application billettique émulée sur smartphone nécessite des spécifications complémentaires qui sont définies au sein d'un référentiel billettique applicable sur le périmètre du bassin d'interopérabilité. Généralement, une déclinaison du référentiel tarifaire carte est spécifiée pour adresser les titres portés sur smartphone NFC qui restent inchangés (si les conteneurs cartes et smartphone sont identiques) ou similaires (si les conteneurs ou la gestion de la sécurité sont différents entre carte et smartphone) à ceux sur cartes.

Comme pour la carte, **la vérification du bon fonctionnement entre équipement billettique et titres dématérialisé sur smartphone passe par des campagnes de test de recette** impliquant :

- ▶ Les modules de création de cartes dématérialisés sur smartphone NFC ;
- ▶ La chaîne de télédistribution des titres sur smartphone NFC ;
- ▶ Les équipements billettiques de validation et de contrôle des réseaux accepteurs.

Synthèse des normes et standards applicables

Les exigences supplémentaires par rapport aux équipements acceptant déjà des cartes de mobilité sans contact sont surlignées en orange.



Pour les terminaux billettiques

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Couche Logiciel lecteur	• Norme ISO/IEC TS 24192	Certification RF délivrée par PayCert (selon programme défini par la Smart Ticketing Alliance)
	• Reader Layer Requirements	Lettre d'enregistrement délivrée par Calypso Networks Association (programme de certification à venir)
Couche fonctionnelle Calypso	• Standard Calypso Prime revision 3 (Calypso Layer Requirements)	Lettre d'enregistrement délivrée par Calypso Networks Association (programme de certification à venir)
	• Respect des spécifications et guidelines HCE de Calypso Networks Association	Lettre d'engagement du fournisseur
Couche application billettique	• Norme française Intercode 2.2 Parties 1 à 5 (NF P 99-405) • Complétée au niveau du bassin d'interopérabilité par un référentiel billettique local	Campagne de recette locale ou d'interopérabilité pour chaque technologie d'émulation (HCE, Samsung wallet, Apple wallet) (pilotee par une AOM ou un groupement d'AOM)

Pour les smartphones NFC et applications mobiles de distribution de titres

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Protocole de communication	• NFC Forum Analog & Digital specifications	Certification ou évaluation RF délivrée par le NFC Forum
Application billettique (création carte virtuelle)	• Solution HCE : Norme française Intercode 2.2 Parties 4 HCIA (NF P 99-405)	Certification fonctionnelle de conformité aux spécifications HCE Calypso (programme de certification à venir) Certification de sécurité HCE Calypso délivrée par Calypso Networks Association
	• Solution SE / Wallet : Standard Calypso Prime revision 3	Certification fonctionnelle d'un couple applet Calypso/SE délivrée par PayCert
Gamme tarifaire (titres)	• Référentiel billettique local	Campagne de recette pour chaque technologie d'émulation (HCE, Samsung wallet, Apple wallet) (pilotee par une AOM ou un groupement d'AOM)

2.7 Titre dématérialisé au format CB2D

2.7.1 Généralités

M-tickets et e-tickets (e-billets)

Les titres dématérialisés au format CB2D peuvent être soit gérés au sein d'une application mobile (**m-ticket**), soit édités dans un format pdf à imprimer ou à afficher depuis son smartphone (**e-ticket** ou **e-billet**).

Les e-tickets sont principalement utilisés pour les billets TER. Ils sont nominatifs et leur utilisation est restreinte à un jour donné pour limiter la fraude. Ils sont très peu usités dans les transports urbains ou interurbains, à l'exception de quelques réseaux qui les proposent pour des titres 1 voyage à usage immédiat.

Les m-tickets sont beaucoup plus répandus, de nombreuses applications mobiles proposent la vente et l'usage de titres de transport au format CB2D. Ils sont par nature plus sécurisés :

- ▶ Leur affichage peut être complété par l'affichage de données dynamiques empêchant la duplication de titre par copie d'écran (fond d'écran animé, code ou couleur changeant quotidiennement, etc.) ;
- ▶ Le CB2D affiché peut être renouvelé constamment, rendant inopérante la recopie du CB2D dont la période de validité peut être réduite à quelques secondes ou minutes.

M-ticket et règles de validation

Dans le cas des m-tickets, plusieurs applications mobiles sont proposées par des acteurs purement numériques et de ce fait, n'ont pas ou peu d'intégration avec les équipements et solutions billettiques en place. De ce fait elles proposent des parcours de validation sans interaction directe avec les équipements en place :

- ▶ Auto-validation
- ▶ Validation par scan de QR code
- ▶ Validation à partir d'une balise BLE

Ces 3 modes de validation sont réservés aux réseaux ouverts, car il n'y a pas d'interaction directe entre le smartphone et l'équipement, pour déclencher par exemple l'ouverture d'un portillon de métro ou d'une barrière de P+R.

Dans ces 3 modes de validation, le titre au format CB2D est uniquement utilisé pour les opérations de contrôle.

De leur côté, la plupart des intégrateurs billettiques fournissent désormais des équipements de validation doté de lecteur optique, généralement en option. Les réseaux ainsi équipés peuvent déployer des solutions billettiques en capacité de maintenir un geste de validation sur équipement. **Ce type de solutions permet d'adresser les réseaux ouverts comme fermés.**

Les différents parcours de validation sont détaillés ci-après.

Il est à noter que dans tous les cas d'usage, l'utilisateur commence par sélectionner le titre à valider et peut éventuellement indiquer le nombre de personnes qui voyage ou valider plusieurs titres. **Toute solution de titres dématérialisé au format CB2D permet ainsi le voyage en groupe, sans modification de l'ergonomie des valideurs en place.**

Certaines applications sont utilisables sur différents réseaux. L'ergonomie et le choix proposé à l'utilisateur pour valider son titre peut donc varier et s'adapter en fonction du mode de validation propre à chaque réseau, et du fait qu'il s'agisse d'une première validation ou d'une validation en correspondance.

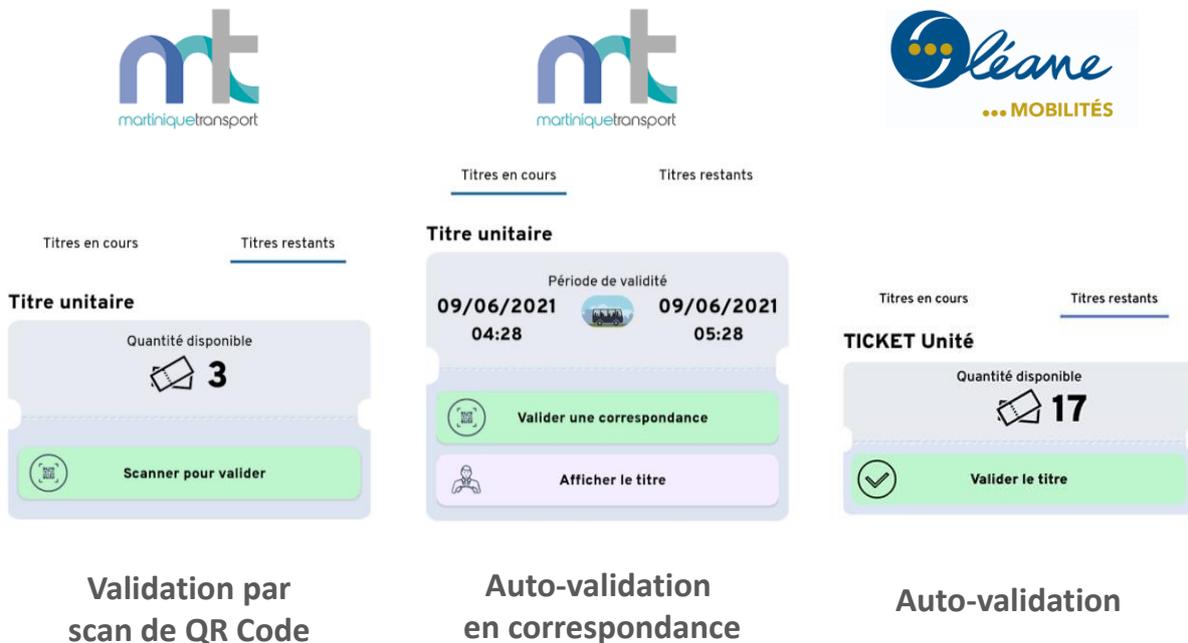


Figure 11: Exemple de choix contextualisé de validation d'un titre dans une application multi réseau

Validation sur équipement

L'approche la plus intuitive reste de déployer des équipements en capacité de lire automatiquement des titres au format CB2D. Le parcours client reste alors similaire à celui d'un usager muni d'une carte de mobilités :

1. L'utilisateur sélectionne dans son application le titre à valider.
2. L'application génère le titre au format CB2D.
3. L'utilisateur présente son smartphone devant le lecteur optique du valideur avec le titre CB2D affiché à l'écran.



Figure 12: Exemple de validation sur équipement d'un titre CB2D

La plupart des réseaux à forte affluence – notamment fermés- sont plutôt réticents à l'usage de titres dématérialisé au format CB2D. Si l'utilisateur n'a pas pris la précaution de préparer à l'avance l'affichage du CB2D sur son smartphone, le temps nécessaire à la validation peut prendre facilement plusieurs secondes. Il est à noter toutefois que le temps de lecture et validation d'un CB2D sur un lecteur optique reste équivalent à celui d'une lecture de carte sans contact, et que dans des pays où l'usage du CB2D est pratique courante, celui-ci est utilisé comme moyen d'accès dans des réseaux fermés fortement capacitifs (plusieurs réseaux de métros en Chine l'utilisent par exemple).

Auto-validation

Certains réseaux ne disposent pas d'équipements billettiques équipés de lecteur optique mais ont cependant fait le choix de proposer une solution permettant de voyager simplement avec son smartphone sans pour autant imposer un geste de validation sur équipement :

1. L'utilisateur sélectionne dans son application le titre à valider.
2. L'application génère le titre au format CB2D.
3. Selon le réseau et le mode de transport, il peut être demandé à l'utilisateur de présenter son titre au conducteur. Des éléments d'informations et de sécurité sont alors affichés sur l'écran de l'application : logo du réseau, nom du titre, date de validation ou durée de validité restante ...

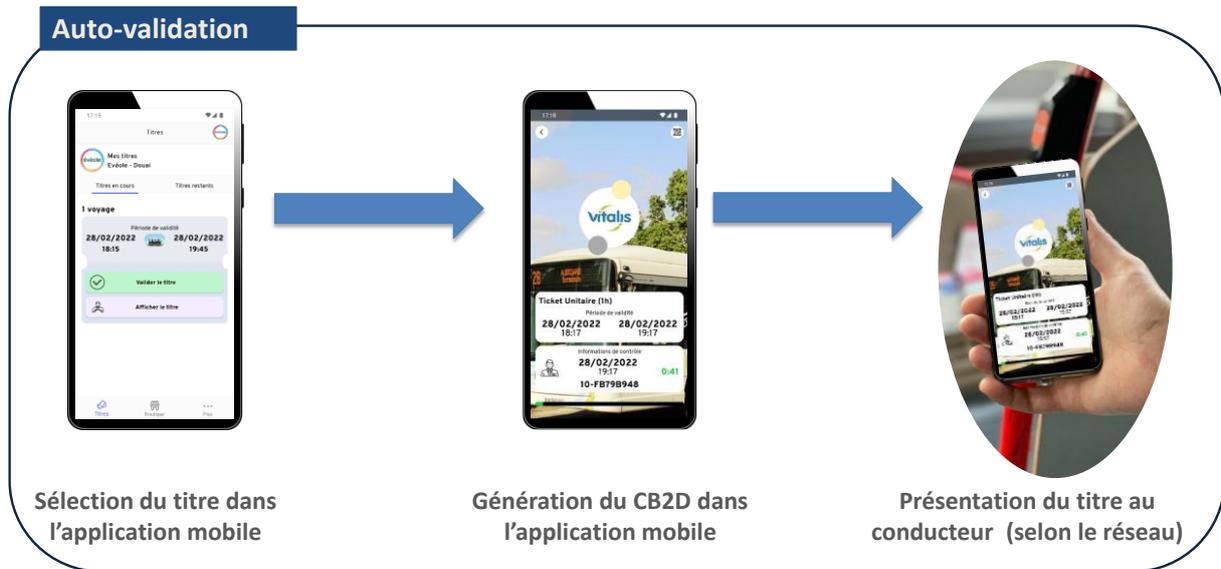


Figure 13 : Exemple de validation par auto-validation

Cette approche a l'inconvénient de permettre à l'utilisateur de valider en tout lieu et à tout moment. Elle est de ce fait plus exposée à la fraude.

Validation par scan de QR code

Cette approche propose un geste de pseudo validation à travers le scan d'un QR code :

1. L'utilisateur sélectionne dans son application le titre à valider.
2. L'utilisateur est invité à scanner le QR Code dans le véhicule ou au point d'arrêt
3. L'application génère le titre au format CB2D.
4. Selon le réseau et le mode de transport, il peut être demandé à l'utilisateur de présenter son titre au conducteur. Des éléments d'informations et de sécurité sont alors affichés sur l'écran de l'application : logo du réseau, nom du titre, date de validation ou durée de validité restante ...

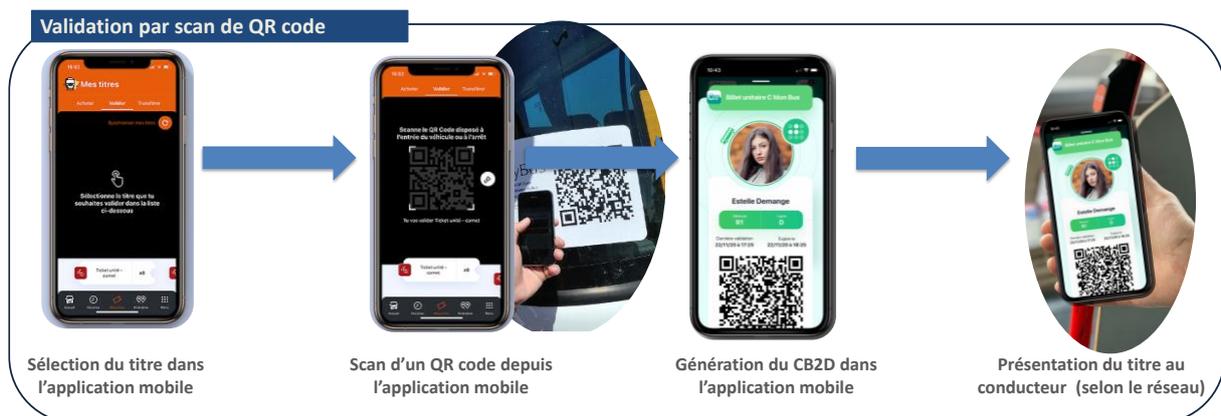


Figure 14 : Exemple de validation par scan de QR Code

Validation à partir d'une balise BLE

Cette approche nécessite d'équiper les véhicules de balises Bluetooth Low Energy (BLE). Les balises émettent en continu des informations identifiant le réseau et le véhicule dans lequel elles sont installées :

1. Une fois dans le véhicule, les informations de la balise BLE sont captées par l'application mobile et donnent lieu à une notification invitant l'utilisateur à sélectionner et valider l'un de ses titres. Cette confirmation est nécessaire pour éviter que des usagers à proximité du véhicule se voient débitez indûment d'un titre.
2. L'application génère le titre au format CB2D.
3. Selon le choix du réseau, il peut être demandé au porteur d'approcher son smartphone du valideur pour confirmer la validation. Cette approche permet de maintenir un geste de validation sur équipement.

Le bon fonctionnement de ce type d'application nécessite que le mode Bluetooth du smartphone soit activé.

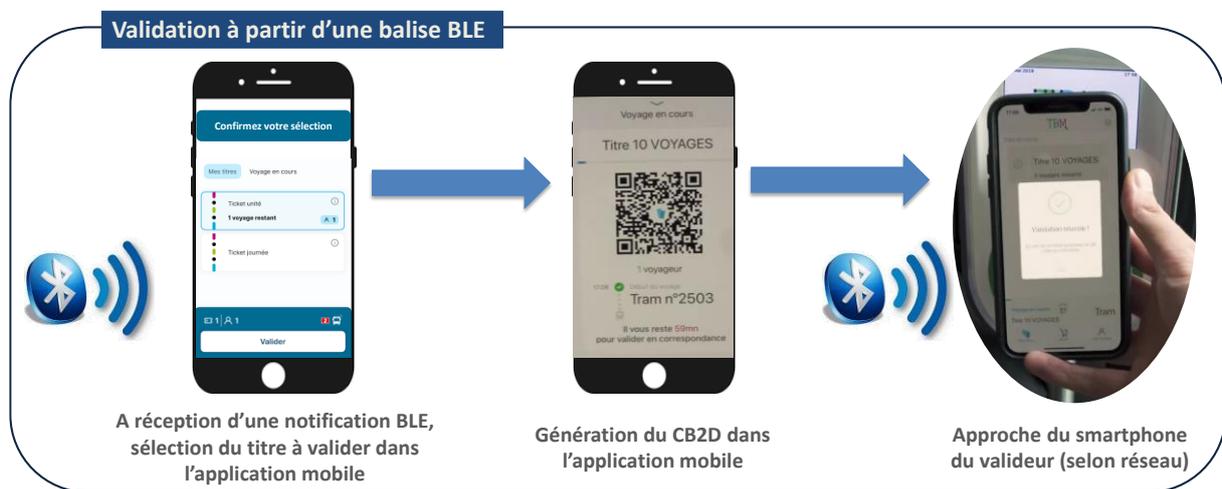


Figure 15 : Exemple de validation à partir d'une balise BLE

Comment fonctionne la confirmation de validation en approchant son smartphone du valideur ?

- La balise BLE est placée dans le valideur.
- L'application mobile détecte la proximité immédiate de la balise BLE (moins de 20 cm) et confirme la transaction.

2.7.2 Normes et standards associées

Protocole de communication (symbologie) et certification associée

Plusieurs symbologies, i.e. façon de représenter graphiquement des données dans un code-barres 2D sont normalisées.



QR Code
ISO/IEC 18004



Code Aztec
ISO/IEC 24778



Code Datamatrix
ISO/IEC 16022



Code PDF417
ISO/IEC 15438

Figure 16 : Principales symbologies

La **symbologie** permet de réaliser uniquement une première étape : Transformer les données en un format graphique, compact et aisément lisible.

La plupart des titres dématérialisés au format CB2D le sont dans les symbologies QR code ou Atzec.

Les lecteurs optiques qui équipent les terminaux billettiques et les smartphones sont capables de lire et de décoder ces principales symbologies.

Il n’y a pas d’exigences propres au domaine du transport à exiger d’un lecteur ou d’un smartphone pour décoder un titre dématérialisé au format CB2D, au-delà de s’assurer des performances du lecteur optique en termes de fiabilité et de vitesse d’exécution du décodage.

Des exigences de performances minimales et propres à la symbologie Atzec sont spécifiées dans les norme française Intercode et internationale de l’UIC pour la lecture de titres dématérialisés au format CB2D.

Un **standard de codage** des données est nécessaire en complément pour encoder/décoder les données de façon sécurisée. Les choix propres au domaine des transports publics et des mobilités sont détaillés dans le chapitre suivant.

Gamme tarifaire, référentiel billettique et recette d’interopérabilité

Historiquement, chaque fournisseur d’application mobile définissait son propre format pour le codage de titre dématérialisé au format CB2D. Cette approche ne permettait pas de distribuer des titres interopérables valables sur différents réseaux, sauf à utiliser la même application mobile sur ces différents réseaux.

Depuis 2020, une norme expérimentale a été développée pour spécifier un codage standardisé des titres de mobilités au format CB2D. C’est la **Partie 6 : Logement des données dans un code-barres** de la norme française **Intercode (NF P99-405)** (AFNOR (CN03)), développée au sein de la commission transport du BNTRA (CN03) afin d’offrir **un socle commun pour le codage des données dans un titre de transport dématérialisé au format CB2D**.

Cette norme française est basée sur la norme internationale **IRS 90918 Edition 2 Digital Security Elements for railways ticketing** définie par l’UIC (UIC, 2022).

Il est donc parfaitement possible de combiner au sein d’un même titre au format CB2D de coder un titre de transport public urbain, interurbain ou ferroviaire régional, et un titre ferroviaire longue distance national ou international.

Comme pour les cartes de mobilités, **les titres de la gamme tarifaire dématérialisés au format CB2D doivent être spécifiés au sein d’un référentiel billettique**. Ce référentiel est toutefois plus simple qu’un référentiel carte car il ne définit qu’un format par titre au format CB2D lors de son activation, les opérations de validation ou de contrôle ne venant pas modifier le contenu du CB2D. Un référentiel CB2D se compose généralement de 3 documents :

- ▶ 1 Reference Fonctionnel Commun
 - ▶ Définissant les exigences fonctionnelles applicables aux applications mobiles de vente de titres au format C2BD
- ▶ 1 Document d’instanciation des titres au format CB2D :
 - ▶ Catalogue des titres disponibles
 - ▶ Valeurs assignées aux codes produits, codes exploitants, code de serveur de vente de titres ...

- ▶ Pour chaque titre, champs à renseigner, et valeurs éventuellement imposées
- ▶ Etc ...
- ▶ 1 Document de gestion de la sécurité
 - ▶ Procédure de renouvellement des clés utilisées pour la signature des titres
 - ▶ Procédure de téléchargement des certificats avec les clés publiques pour la validation

Comme pour les cartes, **la vérification des titres dématérialisés au format CB2D passe par l'exécution de campagne de test ou recette**. Celles-ci sont cependant moins complexes à mettre en œuvre puisqu'il s'agit uniquement de décoder les informations du titre et d'en déterminer la validité. Il n'est pas requis comme pour la gestion de titres sur carte sans contact ou dématérialisé sur smartphone NFC de mettre à jour le titre et d'inscrire dans le support un évènement de validation.

Synthèse des normes et standards applicables

Pour les terminaux billettiques

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Lecteur optique	<ul style="list-style-type: none"> Symbologie Atzec Exigence de performance pour le décodage de CB2D Atzec issues de la Norme française Intercode 2.2 Parties 6 CB2D (NF P 99-405) 	<ul style="list-style-type: none"> Supportée nativement par la plupart des lecteurs optiques Lettre d'engagement des fournisseurs
Couche application billettique	<ul style="list-style-type: none"> Norme française Intercode 2.2 Partie 6 CB2D (NF P 99-405) Complétée au niveau du bassin d'interopérabilité par un référentiel billettique local 	Campagne de recette locale ou d'interopérabilité (pilotee par une AOM ou un groupement d'AOM)

Pour les smartphones et applications mobiles de distribution de titres

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Protocole de communication (symbologie)	<ul style="list-style-type: none"> Symbologie Atzec Exigence de performance pour le décodage de CB2D Atzec issues de la Norme française Intercode 2.2 Parties 6 CB2D (NF P 99-405) 	Supportée nativement par la plupart des smartphones
Application billettique	<ul style="list-style-type: none"> Pas d'exigences sur l'application mobile hormis le support des différentes cinématiques de validation (auto-validation, par scan de QR Code, par affichage du CB2D pour lecture sur équipement) 	N.A.
Gamme tarifaire (titres)	<ul style="list-style-type: none"> Norme française Intercode 2.2 Partie 6 CB2D (NF P 99-405) Complétée au niveau du bassin d'interopérabilité par un référentiel billettique local 	Campagne de recette locale ou d'interopérabilité (pilotee par une AOM ou un groupement d'AOM)

2.8 Carte et application de paiement sans contact (Open Payment)

2.8.1 Généralités

Qu'est-ce que l'Open Payment ?

La carte bancaire sans contact se substitue au titre de transport :

- ▶ Il n'y a pas d'achat ni d'inscription préalable ;
- ▶ Pour voyager, l'utilisateur présente directement sa carte bancaire devant l'équipement de validation ;
- ▶ En cas de contrôle, il présentera de la même façon la carte bancaire sur le terminal de contrôle ;
- ▶ Il n'y a plus besoin de délivrance d'un titre de transport physique ;
- ▶ Un espace client permet de gérer les opérations de SAV : impression d'un reçu, suivi de son historique de consommation et de paiement.

Le service Open Payment fonctionne aussi bien avec une carte bancaire physique que dématérialisée dans un smartphone ou une montre connectée.

Ce service permet un **paiement à l'usage plus incitatif** pour les usagers, si associé à un plafonnement des dépenses journalières, hebdomadaires ou mensuelles.

Quelles cartes bancaires accepter ?

Dans une solution billettique offrant le service Open Payment, l'acceptation des cartes bancaires se fait par **schéma de paiement** : Visa, Mastercard, CB, China Union Pay, Discover, American Express, JCB ...

Chaque schéma de paiement :

- ▶ Définit les exigences applicables aux terminaux de paiement selon le cadre réglementaire, par exemple : MPAT pour le GIE CB
- ▶ Délivre la certification du terminal et de la solution permettant l'affichage de son logo.

Il revient donc à chaque AOM de **choisir une solution Open Payment certifiée par un ou plusieurs schémas de paiement**.

Dans le cas spécifique du marché français, les cartes de paiement sont co-brandées CB+VISA ou CB+Mastercard. **L'acceptation des cartes CB reste théoriquement optionnelle, mais souhaitée** par de nombreuses AOM pour garder notamment un levier de négociation vis-à-vis de VISA et Mastercard.

Si le schéma CB est accepté, 90% des flux seront traités par CB, seules les cartes des porteurs étrangers VISA et Mastercard seront traitées selon les règles VISA et Mastercard.

Enfin, il convient de noter que **l'acceptation des cartes bancaires dématérialisées sur smartphones NFC ou dans une montre connectée est acquise sans effort complémentaire** pour les fournisseurs de solution billettique, puisque ce sont les acteurs bancaires qui se chargent de les dématérialiser et de définir des exigences uniques pour les terminaux afin d'accepter les cartes bancaires, quel que soit leur facteur de forme.

Clientèle adressée

L'Open Payment s'adresse avant tout à une **clientèle plein tarif** du fait de l'absence d'inscription préalable. Elle est tout à fait pertinente pour la clientèle occasionnelle, notamment étrangère du fait de sa simplicité d'usage.

Son usage peut être étendu à une clientèle régulière, comme cela est proposé sur le réseau Amétis d'Amiens Métropole, grâce à un plafonnement mensuel au prix de l'abonnement plein tarif.

2.8.2 Normes et standards associées

Normes et certifications applicables aux cartes et applications mobiles de paiement sans contact

La certification des cartes et applications mobiles de paiement sans contact est hors périmètre de responsabilité des acteurs de la mobilité et est traité par les acteurs bancaires (banques émetteurs et schémas de paiement).

Il incombe ainsi aux banques de maintenir leur solution de dématérialisation de carte de paiement en environnement Android HCE et dans les wallets en lien avec les principaux fabricants de smartphones.

Normes et certifications applicables à la solution billettique

Les solutions billettiques doivent se conformer aux exigences de certification et de sécurité issues du domaine bancaire. Ces exigences ont été adaptées pour l'Open Payment, par rapport à celles applicables pour le paiement sans contact dans le commerce de proximité.

Ces exigences portent sur 2 périmètres différents :

- ▶ L'équipement de validation
 - ▶ Conformité du protocole de communication RF (EMV1)
 - ▶ Conformité fonctionnelle au niveau de l'application de paiement embarquée dans les valideurs (EMV2)
- ▶ La solution Open Payment
 - ▶ Conformité fonctionnelle (EMV3) selon des exigences spécifiques à chaque schéma de paiement (CB, VISA, Mastercard)
 - ▶ Conformité sécuritaire (PCI-DSS) pour toute partie de la solution traitant ou stockant des données bancaires sensibles

Certification EMV1, EMV2 et sécuritaire des équipements de validation :

- ▶ Applicables à tout terminal de paiement sans contact,
- ▶ À la charge du fournisseur d'équipement,
- ▶ Valables pour les schémas de paiement internationaux et non spécifiques à un usage Open Payment,
- ▶ Une conformité PCI PTS SRED peut également être demandée (optionnelle selon les règles Mastercard, l'utilisation d'un SAM certifié CC EAL4+ est aussi une alternative acceptée par le GIE CB).

Certification PCI-DSS de la solution Open Payment :

- ▶ Applicable à tous les composants de la solution de paiement traitant ou stockant des données bancaires sensibles,
- ▶ À la charge du fournisseur de la plate-forme Open Payment,
- ▶ Valables pour les schémas de paiement internationaux et non spécifique à un usage Open Payment,
- ▶ Valable 1 an, renouvelée tous les ans par audit.

Afin d'exclure la solution billettique et les infrastructures de l'exploitant transport du périmètre de certification PCI-DSS, des jetons désensibilisés ou tokens, calculés à partir du n° de la carte bancaire, sont utilisés hors équipements et serveurs monétiques pour identifier les usagers. La solution Open Payment se compose généralement d'une passerelle monétique – certifiée PCI-DSS- qui vient compléter la solution billettique en place.

Certification EMV L3 de la solution Open Payment :

- ▶ Spécifique à chaque schéma de paiement et sur un périmètre variable :
 - ▶ Sur le périmètre de la solution Open Payment :
 - Visa VPTT
 - Agrément CB
 - ▶ Sur le périmètre de la solution Open Payment et partiellement sur les systèmes d'acquisition de la banque acquéreur
 - Mastercard Terminal Integration Process M-TIP
- ▶ Sans limite de validité dans le temps

Ces certifications restent valables d'un réseau transport à l'autre pour toute solution Open Payment, et sauf changement de banque acquéreur pour la certification MasterCard.

Synthèse des normes et standards applicables

Pour les terminaux billettiques compatible Open Payment

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Exigences fonctionnelles	• Visa VPTT sur le périmètre terminal + système d'acceptation	Certificat de conformité délivré par VISA
	• Mastercard Terminal Integration Process M-TIP sur le périmètre terminal + système d'acceptation + système d'acquisition	Certificat de conformité délivré par Mastercard
	• Agrément CB sur le périmètre terminal + système d'acceptation	Certificat de conformité délivré par PayCert Accord de mise en exploitation délivré par le GIE CB
Exigences sécuritaire	• PCI-DSS pour toute partie de l'infrastructure traitant ou stockant des données sensibles	Certificat de conformité délivré par un auditeur PCI (audit annuel)

Pour la solution Open Payment

Périmètre	Norme ou standard	Mode de vérification
Exigences fonctionnelles	• Visa VPTT sur le périmètre terminal + système d'acceptation	Certificat de conformité délivré par VISA
	• Mastercard Terminal Integration Process M-TIP sur le périmètre terminal + système d'acceptation + système d'acquisition	Certificat de conformité délivré par Mastercard
	• Agrément CB sur le périmètre terminal + système d'acceptation	Certificat de conformité délivré par PayCert Accord de mise en exploitation délivré par le GIE CB
Exigences sécuritaire	• PCI-DSS pour toute partie de l'infrastructure traitant ou stockant des données sensibles	Certificat de conformité délivré par un auditeur PCI (audit annuel)

3 Cartographie des principales technologies utilisées pour la billettique en France

3.1 Les réseaux sans solution billettique

Avant d'établir une cartographie des solutions billettiques déployées sur le territoire, il convient de rappeler que de nombreux réseaux de transports urbains ou interurbains de taille petite ou moyenne ne disposent pas de solution billettique. **Seule une centaine de réseaux disposent d'une solution billettique sur les 330 AOM recensés par le CEREMA.**

Ces réseaux non équipés disposent plutôt d'une billetterie :

- ▶ Les conducteurs vendent à bord des tickets papiers avec encaissement en espèce ;
- ▶ Les abonnements sont vendus en agence sous forme de cartes avec photo et date de validité imprimées sur le support pour une inspection visuelle lors de la montée à bord.

Ces réseaux ne doivent pas pour autant être délaissés dans le cadre d'un déploiement d'un titre unique. Cela nécessite de prévoir des solutions économiques et faciles à mettre en œuvre pour les réseaux non équipés de solution billettique afin de permettre aux détenteurs de titres uniques d'emprunter leurs modes de transports. Cela peut signifier de l'inspection visuelle de titres, du déploiement de terminaux billettiques légers pour valider un titre sans contact ou CB2D, ou du déploiement de terminaux de paiement sans contact.

3.2 Les solutions billettiques acceptant des cartes de mobilités

La répartition des compétences en matière d'organisation des transports a légitimement conduit à la création de programmes de cartes de mobilités multiples, à l'échelle régionale et à l'échelle métropolitaine.

3.2.1 Cartes de mobilités régionales

La plupart des régions métropolitaines ont déployé un programme de carte de mobilité sans contact, basée sur la technologie Calypso, à l'exception :

- ▶ De la Région Pays de la Loire qui ne propose que des titres sur support papier et bientôt dématérialisés au format CB2D
- ▶ De la Collectivité Territoriale de Corse qui a fait le choix de déployer des cartes de mobilités de type Mifare.

#	Région	Cartes de mobilités	Technologie
1	Auvergne-Rhône-Alpes	Oùra	Calypso
2	Bourgogne-Franche-Comté	MobiGo	Calypso
3	Bretagne	KorriGo	Calypso
4	Centre-Val de Loire	Rémi	Calypso
5	Corse	CFC	Mifare
6	Grand Est	Simplicités	Calypso
7	Hauts-de-France	PassPass	Calypso
8	Ile-de-France	Navigo	Calypso
9	Normandie	Atoumod	Calypso

#	Région	Cartes de mobilités	Technologie
10	Nouvelle-Aquitaine	Modalis	Calypso
11	Occitanie	Pastel	Calypso
12	Pays de la Loire	-	-
13	Provence-Alpes-Côte d'Azur (Sud)	Zoù !	Calypso

Figure 17 : Liste des programmes de cartes de mobilités régionales

Les cartes de mobilités régionales hébergent principalement la gamme tarifaire pour les abonnés, usagers des réseaux ferroviaires régionaux et routiers interurbains. Dans certaines régions, la gamme tarifaire pour les titres occasionnels et pour les scolaires peuvent également être portés par ces cartes.

Les titres intermodaux sont aussi portés par les cartes de mobilités régionales : abonnement TER + urbain, interurbain + urbain ...

L'Ile de France représente un cas particulier : la compétence mobilité a été confiée par la Région et l'ensemble des collectivités à une entité unique Ile de France Mobilités qui a développé avec Navigo un programme de carte de mobilités unique qui permet d'accéder à l'ensemble des transports publics (et certains autres services de mobilités) sur le territoire d'Ile de France.

3.2.2 Cartes de mobilités métropolitaines

Les AOM urbaines ou métropolitaines ont principalement 2 options :

- ▶ Développer leur propre carte de mobilités à l'échelle métropolitaine pour leur gamme tarifaire monomodale, et héberger la gamme tarifaire multimodale (urbain + interurbain ou urbain + TER) dans les cartes de mobilités régionales ;
- ▶ Rejoindre le programme de carte de mobilités régional pour y héberger toute leur gamme tarifaire.

#	Métropole	Cartes de mobilités	Technologie
1	Lyon	TCL	Calypso + Mifare
2	Marseille	La Carte	Calypso
3	Lille	PassPass (régional)	Calypso
4	Toulouse	Pastel	Calypso + Mifare
5	Bordeaux	TBM	Calypso
6	Lens	PassPass (régional)	Calypso
7	Nantes	Libertan	Calypso + Mifare
8	Nice	La Carte Lignes d'Azur	Calypso
9	Strasbourg	BadgéO	Calypso
10	Rennes	KorriGo (régional)	Calypso

Figure 18 : Liste des programmes de cartes de mobilités des 10 principales métropoles

Les AOM urbaines ayant fait le choix de déployer leur propre carte de mobilités, doivent accepter toutefois les cartes de mobilités régionales portant les titres intermodaux valides sur leur territoire. Cela conduit leur solution billettique à accepter plusieurs cartes de mobilités (cf. Figure 7 : Exemple d'interopérabilité autour de 2 applications billettiques différentes).

3.3 Les solutions billettiques acceptant des titres dématérialisés au format NFC

La non-disponibilité à date d'une solution de m-ticket NFC sur iPhones et montres connectées Apple a constitué un frein fort pour de nombreuses collectivités. De ce fait, des solutions de m-ticket NFC ont été principalement déployées sur des réseaux de grandes tailles pour **combiner geste de validation rapide sur équipement et acceptation de flux importants de passagers**.

Toutefois, **cette situation est en train d'évoluer avec l'annonce de déploiements de m-tickets NFC sur les produits d'Apple en 2023 sur des premiers réseaux, dont celui d'IDF Mobilités**.

Réseaux	M-ticket NFC	
Les réseaux régionaux		
Ile-de-France	✓	Android uniquement <i>Apple prévu en 2023</i>
Nouvelle-Aquitaine (Modalis)	(✓)	<i>Déploiement à venir</i>
Les 10 principaux réseaux urbains		
Lyon (TCL)	✓	Android uniquement
Marseille (RTM)	(✓)	Android uniquement <i>Déploiement à venir</i>
Lille (illévia)	✓	Android uniquement
Toulouse (Tisseo)	✓	Android uniquement
Nice (RLA)	✓	Android uniquement <i>Apple prévu en 2023</i>
Strasbourg (CTS)	✓	Android uniquement

Figure 19 : Liste des solutions billettiques avec m-ticket NFC

3.4 Les solutions billettiques acceptant des titres dématérialisés au format CB2D

Les solutions de m-ticket CB2D sont largement déployées en France puisque **plus de 150 réseaux en France propose l'achat de m-ticket CB2D** depuis une application mobile, soit dédiée au réseau, soit générique et utilisable sur plusieurs réseaux (Mybus, tixipass, WOP...).

A l'échelle de la Région Grand Est, ce sont par exemple plus d'une vingtaine d'applications mobiles à base de m-ticket CB2D qui coexistent sur le territoire. Certains réseaux distribuent déjà leurs titres via plusieurs applications mobiles.

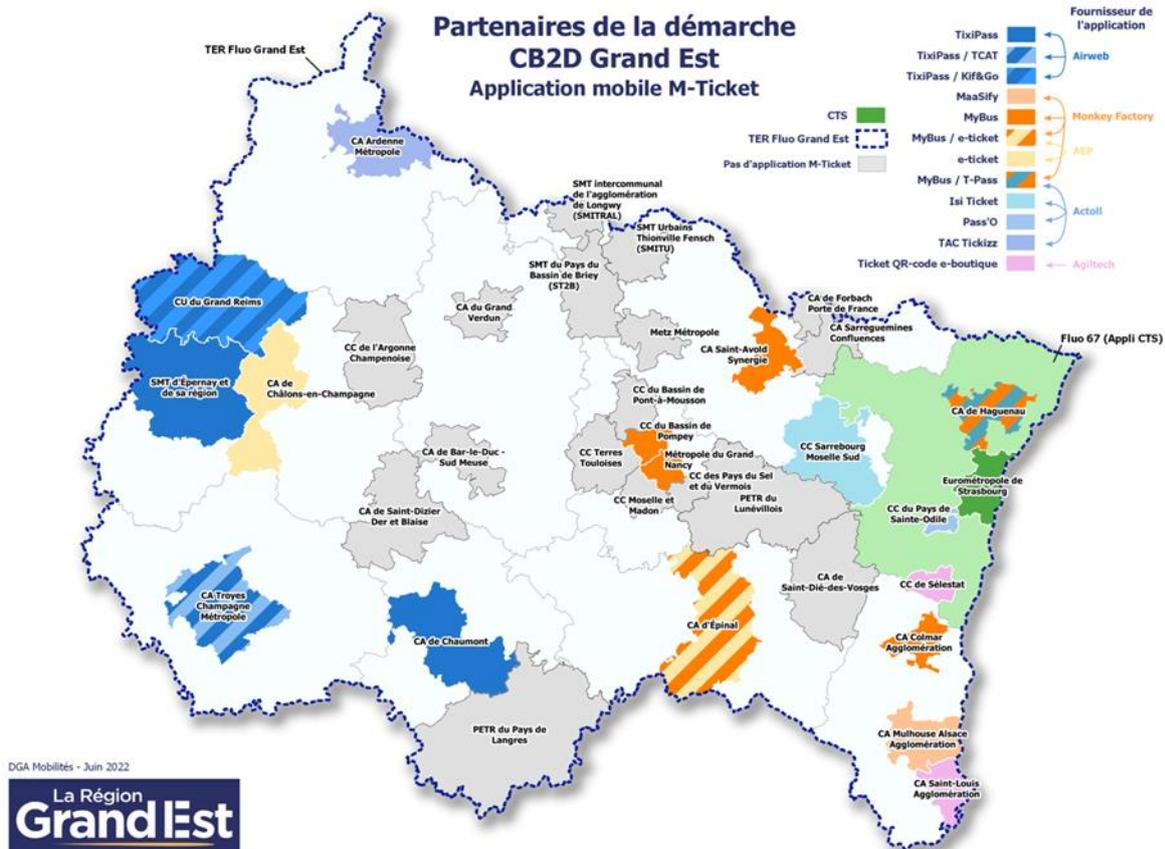


Figure 20 : Liste des solutions billettiques avec m-ticket CB2D en Région Grand Est

Une large partie de ces solutions est déployée sans geste de validation sur équipement et donc sans lien avec la solution billettique conventionnelle qui supervise les équipements de validation.

Deux enseignements en découlent :

- ▶ **De nombreux réseaux ouverts permettent de voyager avec un m-ticket CB2D sans imposer de geste de validation sur équipement.** Cette facilité peut rendre abordable et rapide le déploiement de m-ticket Titre unique sur l'ensemble des réseaux ouverts du territoire.
- ▶ Tous les réseaux fermés auront besoin d'introduire un geste de validation sur équipement pour déclencher l'ouverture du portillon d'accès au réseau. **A ce jour, aucun des 6 réseaux fermés identifiés en France ne permet de valider un m-ticket CB2D sur ses valideurs.** Quelques réseaux sont toutefois en train de faire évoluer leurs équipements de validation et solution billettique pour permettre un usage de ticket CB2D.

3.5 Les solutions billettiques acceptant le service Open Payment

L'open Payment est une offre récente puisqu'elle n'est déployée en France que depuis 2018. En cas 4 années d'existence, ce sont déjà plus de 30 réseaux de toutes tailles qui ont adoptés ce service.

Plus d'une dizaine de réseaux ont également annoncé ou démarré le déploiement de ce service pour la période 2023/2024.

Du fait des exigences bancaires applicables sur les équipements de validation, **le déploiement de ce service passe nécessairement par un renouvellement du parc des valideurs ou par le déploiement de micro-valideurs dédiés à un usage Open Payment.**

Date de mise en service	Autorité Organisatrice	Nom du réseau	Modèle	Type de valideurs	
2018	avr	Dijon Métropole	Divia	Païement à l'usage	Dédiés
	nov	Chartres Métropole	Filibus	Païement au valideur	Intégrés
2019	avr	Agglo du Pays de Dreux	Linéad	Païement au valideur	Intégrés
	nov	Agglomération Montargoise Et rives du loing	Amelys	Païement au valideur	Intégrés
	déc	IDFM	Roissybus / OrlyBus	Païement à l'usage	Dédiés
		SMTC Artois-Gohelle	Tadao	Païement au valideur	Intégrés
2020	janv	CA Pays d'Aix-En-Provence	aixpress	Païement à l'usage	Dédiés
	mars	Chalons en Champagne	SITAC	Païement au valideur	Intégrés
		Région Bourgogne Franche Comté	Mobigo	Païement au valideur	Intégrés
		Région La Réunion / Saint Paul (Car Jaune)	Car Jaune	Païement au valideur	Intégrés
	juin	Nevers Agglomération	Tanéo	Païement au valideur	Intégrés
		Vésoul Agglomération	Vbus	Païement au valideur	Intégrés
	sept	Amiens Métropole	Ametis	Païement à l'usage	Intégrés
		Brest Métropole	Bibus	Païement au valideur	Intégrés
	déc	Épinal Agglomération	Imagine le bus	Païement au valideur	Intégrés
	2021	févr	Monaco	CAM	Païement à l'usage
mars		Tarbes Lourdes Pyrénées	TLP mobilités	Païement au valideur	Intégrés
avr		Bordeaux Métropole	TBM – Liane 1	Païement au valideur	Dédiés
mai		Métropole Rouen Normandie	Astuce	Païement au valideur	Dédiés
août		CA de la Riviera Française	Zestbus	Païement au valideur	Dédiés
nov		Pau Béarn Pyrénées Mobilités	Idelis	Païement au valideur	(vide)
		Rennes Métropole	STAR	Païement à l'usage	Intégrés
2022	janv	Grand Besançon	Ginko	Païement à l'usage	Intégrés
	avr	Agglomération Cannes Pays de Lérins	Palm Bus	Païement à l'usage	Intégrés
		Communauté d'agglomération Pays Basque	Chronoplus	Païement à l'usage	Intégrés
	mai	Métropole Aix-Marseille Provence	Bus de l'étang	Païement au valideur	Intégrés
			Salon Etang Côte Bleue	Païement au valideur	Intégrés
		SYTRAL	TCL	Païement à l'usage	Dédiés
	juin	Nîmes Métropole	Tango	Païement à l'usage	Dédiés
	juil	Toulouse Métropole	Tisséo	Païement à l'usage	Dédiés
	sept	SMTC de l'agglomération clermontoise	T2C	Païement à l'usage	Intégrés
		CA Evreux Portes de Normandie	Transurbain	Païement au valideur	Dédiés
	oct	Epernay Agglo Champagne	Mouvéo	Païement au valideur	Intégrés
	nov	Agglomération du Cotentin	Cap Cotentin	Païement à l'usage	Intégrés
	Total général		34 réseaux		

Figure 21 : Liste des réseaux ayant déployés l'Open Payment à fin nov. 22

3.7 Cartographie synthétique

Le tableau ci-dessous précise le type de technologie de support auj. supportée par les principaux réseaux français, et donne les tendances pour les autres de plus petites tailles.

Réseaux	Cartes de mobilités	M-ticket NFC
Les réseaux régionaux		
Auvergne-Rhône-Alpes (Oùra)	✓ Oùra (Calypso)	✗
Bourgogne-Franche-Comté (MobiGo)	✓ MobiGo (Calypso)	✗
Bretagne (BreizhGo)	✓ KorriGo (Calypso)	✗
Centre-Val de Loire (Rémi)	✓ Rémi (Calypso)	✗
Corse (CDC)	✓ CFC (Mifare)	✗
Grand Est (Fluo)	✓ Simplicités (Calypso)	✗
Hauts-de-France (PassPass)	✓ PassPass (Calypso)	✗
Ile-de-France	✓ Navigo (Calypso)	✓ Android uniquement Apple prévu en 2023
Normandie (Atoumod)	✓ Atoumod (Calypso)	✗
Nouvelle-Aquitaine (Modalis)	✓ Modalis (Calypso)	(✓) Déploiement à venir
Occitanie (LiO)	✓ LiO (Calypso)	✗
Pays de la Loire (Aléop)	✗	✗
Provence-Alpes-Côte d'Azur (Sud)	✓ Zoù ! (Calypso)	✗
Les 10 principaux réseaux urbains		
Lyon (TCL)	✓ TCL (Calypso + Mifare)	✓ Android uniquement
Marseille (RTM)	✓ La Carte (Calypso)	(✓) Android uniquement Déploiement à venir
Lille (illévia)	✓ PassPass (Calypso)	✓ Android uniquement
Toulouse (Tisseo)	✓ Pastel (Calypso + Mifare)	✓ Android uniquement
Bordeaux (TBM)	✓ TBM (Calypso)	✗
Lens (Tadao)	✓ PassPass (Calypso)	✗
Nantes (TAN)	✓ Libertan (Calypso + Mifare)	✗
Nice (RLA)	✓ La Carte Lignes d'Azur (Calypso)	✓ Android uniquement Apple prévu en 2023
Strasbourg (CTS)	✓ BadgéO (Calypso)	✓ Android uniquement
Rennes (STAR)	✓ KorriGo (Calypso)	✗
Les autres réseaux urbains		
Autres réseaux de plus de 250 000 habitants desservis (16)	✓ Tous sauf Mulhouse	✗ Aucun réseau
Réseaux de 100 à 250 000 habitants desservis (env. 40)	(✓) Largement déployé	✗ Aucun réseau
Réseaux de moins de 100 000 habitants desservis (env. 70)	(✓) Largement déployé	✗ Aucun réseau

Réseaux	M-ticket CB2D	Open Payment
Les réseaux régionaux		
Auvergne-Rhône-Alpes (Oùra)	(✓) TER <i>Interurbain : Déploiement à venir</i>	✗
Bourgogne-Franche-Comté (MobiGo)	✓ TER, interurbain	(✓) Quelques lignes interurbaines
Bretagne (BreizhGo)	✓ TER, interurbain	✗
Centre-Val de Loire (Rémi)	✓ TER uniquement	✗
Corse (CDC)	✗	✗
Grand Est (Fluo)	(✓) TER <i>Interurbain : Déploiement à venir</i>	(✓) Déploiement à venir
Hauts-de-France (PassPass)	(✓) TER	✗
Ile-de-France	✗	✗ Sauf Orlybus/ Roissybus
Normandie (Atoumod)	✓ TER, interurbain	(✓) Déploiement à venir
Nouvelle-Aquitaine (Modalis)	✓ TER, interurbain	(✓) Déploiement à venir
Occitanie (liO)	✓ TER, interurbain	✗
Pays de la Loire (Aléop)	✓ TER, interurbain	✗
Provence-Alpes-Côte d'Azur (Sud)	✓ TER, interurbain	✗
Les 10 principaux réseaux urbains		
Lyon (TCL)	(✓)	✓
Marseille (RTM)	✗	(✓) Déploiement à venir
Lille (illévia)	✗	✗
Toulouse (Tisseo)	(✓) <i>Déploiement prévu fin 2024 Validation sur équipement</i>	✓ Déploiement en cours
Bordeaux (TBM)	✓	✗
Lens (Tadao)	✓	✗
Nantes (TAN)	✓	✗
Nice (RLA)	✓ Apple uniquement	✗
Strasbourg (CTS)	✓ Validation sur équipement (Bus)	✗
Rennes (STAR)	✗	✓
Les autres réseaux urbains		
Autres réseaux de plus de 250 000 habitants desservis (16)	✓	(✓) 2 réseaux déployés et 3 à venir
Réseaux de 100 à 250 000 habitants desservis (env. 40)	(✓) Largement déployé	(✓) Env. 10 réseaux déployés ou à venir
Réseaux de moins de 100 000 habitants desservis (env. 70)	(✓) Largement déployé	(✓) Env. 10 réseaux déployés ou à venir

Figure 22 : Liste des technologies de support acceptées (ou à venir) par réseau

Les annotations suivantes sont utilisées pour déterminer le niveau d'acceptation de chaque technologie de support par réseau :

✓	Supporté
(✓)	Partiellement supporté
(✓)	Déploiement en cours ou à venir
✗	Non supporté
	Réseaux fermés

Un premier constat est que le déploiement de cartes de mobilité sans contact, est bien développé sur la plupart des réseaux importants de transport public. Le déploiement de titres dématérialisés fait par contre l'objet de choix contrastés et divergents à moyen terme :

- ▶ Le déploiement de m-ticket NFC est concentré sur les principaux réseaux urbains, dont la plupart des réseaux fermés (hormis Rennes), mais ne permet pas çà date d'adresser l'audience complète des porteurs de smartphones (la gamme Apple ne sera adressée qu'à partir de 2023).
- ▶ Le déploiement de m-ticket NFC est beaucoup plus répandu sur les réseaux régionaux, et urbains de taille intermédiaire. Cependant très peu de réseau ont mis en œuvre la validation sur équipement et aucun réseau fermé n'a fait ce choix de technologie de peur de proposer une expérience utilisateur moins fluide lors de la validation.
Le service Open Payment se déploie progressivement sur des réseaux de toutes tailles diverses, mais reste un service à destination des occasionnels, essentiellement déployé à l'occasion du renouvellement du matériel billettique (tous les 10 à 15 ans).

Il y a clairement 2 enjeux principaux d'un point de vue technologique pour le déploiement d'un titre unique :

- ▶ **Le déploiement d'une carte mobilité portant le titre unique semble être la voie tout indiquée pour la diffusion d'un titre unique sur support physique.** Cependant, la démarche doit-elle être entreprise dans une logique serveur centrée comme cela a été fait jusqu'à présent ? Ou faut-il envisager une démarche plus disruptive dans une logique serveur centrée ?
- ▶ **Le déploiement d'un titre unique dématérialisé ne pourra vraisemblablement se faire que sur la base d'une seule des 3 technologies : m-ticket NFC, m-ticket ou e-ticket CB2D, Open Payment.** L'acceptation de ces 3 technologies est disparate sur l'ensemble des réseaux et il paraît peu justifiable d'un point de vue économique d'exiger de tous les réseaux de transport de supporter l'ensemble de ces 3 technologies pour garantir l'acceptation d'un titre unique dématérialisé en tout lieu du territoire.

Les éléments de l'analyse d'impacts dans le chapitre suivant permettront de mieux comparer les différents scénarios pour la diffusion de titre unique sur supports physiques ou dématérialisés.

4 Principaux impacts sur les solutions billettiques

4.1 Architecture générale d'une solution billettique

Une solution billettique se compose des composants suivants :

- ▶ Des systèmes d'information front et back office : une plateforme billettique centrale, une application mobile et une e-boutique de vente et de distribution des titres ;
- ▶ De plusieurs interfaçages avec des systèmes d'information externes : passerelle monétique, logiciel de GRC, logiciel comptable, calculateur embarqué du SAE, outils de planification de l'offre & de gestion de la topologie du réseau, logiciel de verbalisation ...
- ▶ D'équipements déployés au sol et embarqués dans les véhicules.

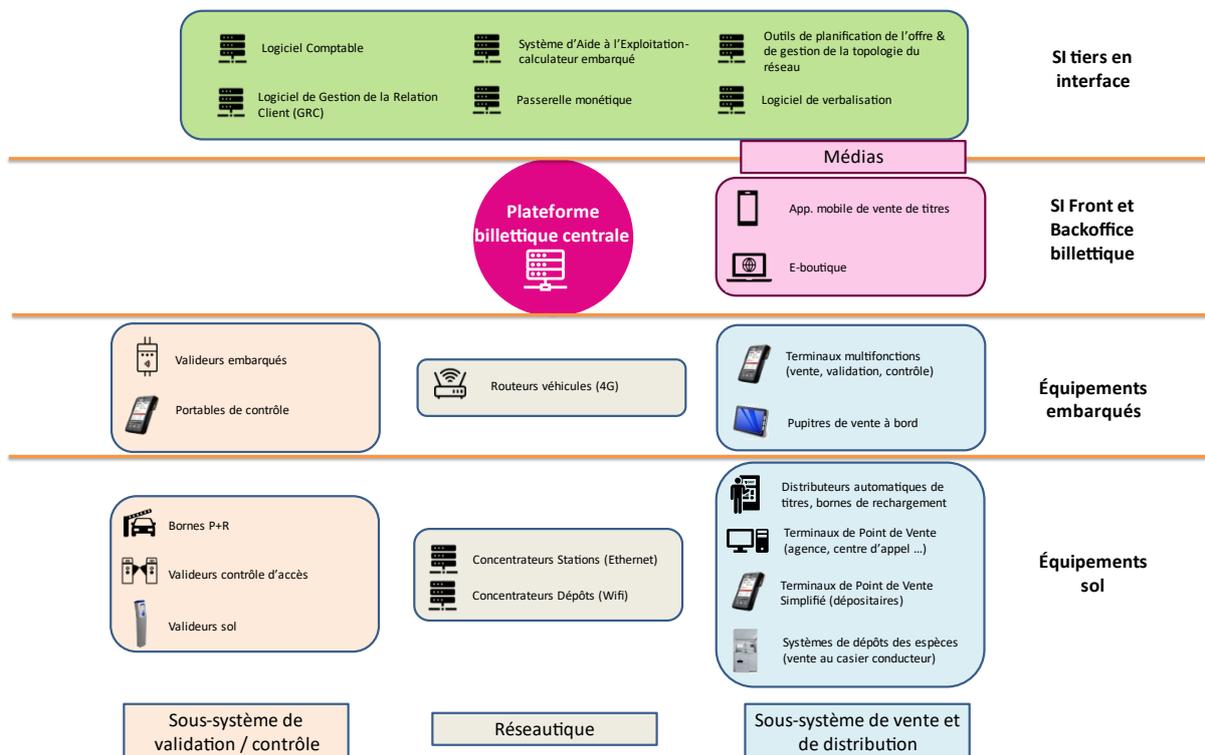


Figure 23 : Architecture générale d'une solution billettique

L'ensemble de ces composants n'est pas nécessairement présent selon les modes de transports opérés par le réseau et la taille du réseau. Certaines fonctionnalités peuvent être également intégrées dans la solution billettique et non réalisées via un interfaçage à des systèmes externes.

4.2 Jauge d'évaluation des impacts sur les solutions billettique

L'acceptation de chaque technologie de support requiert des évolutions de niveau variable sur les solutions billettiques. La jauge suivante est utilisée pour indiquer le niveau d'impact sur les solutions billettiques.

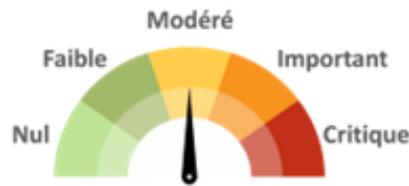


Figure 24 : Jauge d'évaluation des impacts

Le niveau d'impact sur les solutions billettiques est analysé pour les 3 principales fonctionnalités requises pour la mise en œuvre d'un titre unique :

- ▶ Chaîne de distribution des supports (physiques ou dématérialisés)
- ▶ Chaîne de distribution des titres
- ▶ Chaîne de validation / contrôle des titres

Les impacts concernant les autres modules fonctionnels ne sont pas adressés dans cet état des lieux car ils restent indépendants du choix des technologies de support pour le titre unique. Ce ne seront donc pas des éléments différenciants dans les choix de déploiement à arbitrer. Cela concerne entre autres :

- ▶ Gestion de la base de données des usagers ainsi que de leurs droits et profils,
- ▶ Collecte et répartitions des recettes liés à la vente de titres uniques,
- ▶ Gestion des opérations de SAV,
- ▶ ...

4.3 Portée des impacts selon les règles de validation définies pour le titre unique

Selon les règles de validation définies pour le titre unique, les impacts de mise à jour sur les solutions billettique peuvent varier grandement.

- ▶ Si une validation systématique sur équipement est imposée, l'ensemble du parc des valideurs devra être mis à jour sur le territoire (env. 100 000 équipements).
- ▶ Si une validation sur équipement n'est requise que lorsque celle-ci est indispensable pour donner accès au réseau (cas des portillons d'accès aux quais pour le métro ou le TER), seule une partie du parc des valideurs devra être mis à jour sur le territoire (env. 7 000 équipements répartis sur 6 réseaux).

Une validation sur équipement est indispensable dans les cas suivants :

- ▶ Pour consommer un titre dans le cas de titre à usage unique ou à décompte (carnet),
- ▶ Pour constater l'usage et déterminer le tarif à payer dans le cas d'une offre post payée.

Il est bon de rappeler que dans les cas du M-ticket CB2D, la validation peut être effectuée via l'application mobile sans interagir avec un équipement grâce à l'auto-validation ou validation par scan de QR code).

Enfin, dans certains réseaux les statistiques de validation sont un des éléments de rémunération de l'opérateur. C'est le cas par exemple dans certaines nouvelles délégations de services en IDF.

La matrice suivante résume selon le type de déclinaison du titre unique et la technologie de support le parc de valideurs minimal à considérer d'un point de vue purement technique, hors éventuelle obligation contractuelle ou souhait des AOM de maintenir ou d'imposer des règles de validation systématique sur équipement.

	Cartes de mobilités	M-ticket NFC	M-ticket CB2D	e-ticket	Open Payment
Abonnement à tarif unique	Valideurs avec contrôle d'accès	Tous les valideurs			
Titre unique pour chaque trajet	Tous les valideurs	Tous les valideurs	Valideurs avec contrôle d'accès	Tous les valideurs	Tous les valideurs
Droit d'accès avec paiement à l'usage	Tous les valideurs	Tous les valideurs	Valideurs avec contrôle d'accès	Tous les valideurs	Tous les valideurs

4.4 Déploiement d'un titre unique sur carte de mobilités sans contact

La distribution d'un support physique impose des contraintes logistiques et économiques plus fortes que la diffusion de titres dématérialisés, mais permet d'adresser une clientèle pas forcément équipée d'un smartphone ou appétente à réaliser un parcours d'achat ou de souscription en ligne ou sur mobile. En ce sens, il paraîtrait logique de ne pas exclure ce type de support dans une démarche de titre unique, comme cela a été fait par exemple en Autriche ou en Suisse, tout en le complétant avec une approche de titre dématérialisé.

Cette approche peut se décliner 2 façons qui sont détaillées ci-après :

- ▶ Approche support centrique
- ▶ Approche serveur centrique

4.4.1 Approche support centrique

L'approche support centrique est l'approche historique pour déployer des titres interopérables à l'échelle régionale.

Chaîne de distribution des supports

Le déploiement d'un titre unique à l'échelle nationale peut se décliner de différentes façons selon le choix qui sera fait pour l'application billettique qui hébergera les titres uniques :

1. Choix d'une **application billettique dédiée au titre unique** :
 - ▶ Hébergée dans une carte de mobilités dédiée à l'initiative ;
 - ▶ Hébergée dans différentes cartes de mobilités en complément des applications billettiques locales ou régionales ;
2. Choix d'une application billettique existante déjà présente sur certaines cartes de mobilités, **l'application Hoplink** étant un candidat naturel dans ce scénario.

Les enjeux sur ces choix sont autant des enjeux de gouvernance que des enjeux techniques.

Sur la partie technique, il s'agira de valider que l'application billettique utilisée pour héberger le titre

unique soit conforme aux spécifications techniques qui auront été définies, ou préexistantes dans le cas d'Hoplink. Sachant que différentes versions d'Hoplink sont déployées sur le terrain, il s'agira de déterminer quelle version (au singulier) ou quelles versions (au pluriel) devront être supportées.

Les impacts restent faibles sur les solutions billettiques existantes pour l'émission d'une carte susceptible de porter un titre unique.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Carte de mobilité sans contact (en usage support centrique)			
Protocole de communication	Norme ISO/IEC TS 24192	Certification RF délivrée par PayCert	
Application billettique	Standard Calypso Prime	Certification Calypso délivrée par PayCert	
	Scénarios 1 et 2 : Application Calypso « Titre Unique » à spécifier	Processus de certification à définir	
	Scénario 3 : Application Calypso Hoplink Version(s) supportée(s) à définir	Auj. : Processus déclaratif du fournisseur -> Processus de certification à définir	

Chaîne de distribution des titres

L'approche support centrique impose de charger le titre unique dans la carte de mobilité.

Ceci nécessite de spécifier préalablement les instanciations du titre unique, déclinées pour un ou plusieurs types de conteneurs selon le choix fait pour l'application billettique hébergeant le titre unique. Il conviendra ensuite de **tester tous les équipements de vente, de validation et de contrôle de chaque réseau du territoire** pour s'assurer de la bonne implémentation du cycle de vie du titre unique. En effet, chaque équipement est amené à modifier dans la carte le contenu du titre suivant l'opération : primo vente, rechargement, résiliation, validation, contrôle ...

La validation des équipements billettiques (vente, validation, contrôle) se fait jusqu'à présent par la tenue de recette d'interopérabilité qui exécute des campagnes des tests reflétant toutes les combinaisons possibles de parcours clients :

- ▶ Distribution d'une carte par le réseau A
- ▶ Achat sur un équipement du réseau B
- ▶ Validation sur équipement du réseau C
- ▶ Etc.

Cette mise en œuvre paraît difficilement soutenable à l'échelle du territoire avec la multiplication des parties prenantes et la croissance exponentielle des combinaisons à tester. Un changement de paradigme doit donc s'opérer pour **mettre en place des outils de tests qui permettront de valider séparément chaque équipement face à une implémentation de référence**. Toutefois, la mise au point

de ces outils de test risque d'être longue et complexe pour s'assurer de l'exhaustivité des tests menés et n'oublier aucun cas de figure.

La distribution des titres peut ensuite s'effectuer selon différents canaux :

- ▶ Depuis un **équipement de vente** équipé d'un lecteur sans contact : terminal point de vente, distributeur automatique de titres ...
- ▶ A l'aide d'une **application mobile sur smartphone NFC** permettant l'achat et le rechargement de la carte en la positionnant sur le smartphone ;
- ▶ En **télédistribution** pour les achats effectués en e-boutique : les instructions de chargement du titre sont transmises aux équipements de validation ou à des bornes de rechargement.

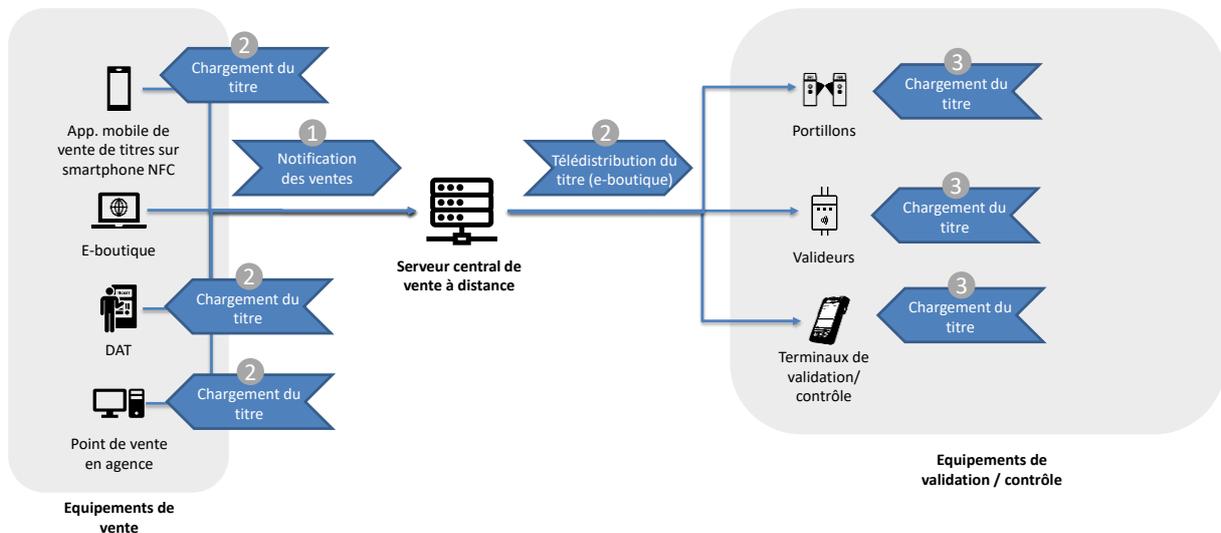


Figure 25 : Exemple de schéma de distribution et de validation des titres en mode support centralisé

Les **équipements de vente** devront être mis à jour pour distribuer le titre unique et qualifiés face à des outils de test comme évoqué plus haut. Leur mise à jour ne présente pas de complexité particulière par rapport à l'implémentation de la distribution d'un nouveau titre sur un réseau. La difficulté sera de pouvoir qualifier individuellement chaque équipement avec de nouveaux outils de tests.

La mise en place d'une **application mobile de rechargement de titre sur smartphone NFC** ne présente là aussi pas de difficulté majeure par rapport à ce qui a été déjà déployé sur certains réseaux. Ces fonctionnalités pourraient très bien être développées et maintenues par un fournisseur unique, mettant à disposition une brique technique pour les environnements iOS et Android, comme cela a été fait en IDF. Différents acteurs (AOM, exploitants, distributeurs digitaux ...) pourraient ainsi offrir la possibilité à l'utilisateur de recharger ses titres depuis leur propre application mobile. La difficulté sera de pouvoir qualifier individuellement cette brique de rechargement avec de nouveaux outils de tests et de la maintenir à jour du fait de l'évolution incessante des OS mobiles iOS et Android qui intègrent les bibliothèques d'accès à l'interface NFC des smartphones.

La **télédistribution** pose un cas plus complexe à adresser si l'on part du principe que la télédistribution doit se faire sur l'ensemble des équipements des réseaux du territoire. Comme déjà évoqué, la plupart des équipements embarqués ne sont pas connectés en permanence au serveur billettique, engendrant

un décalage de 24 à 48h dans la distribution effective du titre. Une télédistribution immédiate et universelle requiert de rendre connectés à un serveur de vente à distance centralisé tous les équipements de validation, ce qui paraît plutôt un objectif uniquement atteignable à moyen ou long terme. Au-delà d'une connectivité, elle requiert des évolutions logicielles sur les équipements de validation, de façon à gérer des listes d'actions (i.e. liste des supports pour lesquels une action de télédistribution doit être effectuée) et d'être en capacité d'interagir avec le serveur de vente à distance centralisé pour exécuter localement le chargement du titre et l'informer de sa bonne exécution. Ces fonctionnalités de télédistribution sont pour l'instant essentiellement gérés à l'échelle d'un réseau entre équipements et serveurs provenant du même fournisseur de solution billettique. **Déployer une solution de télédistribution multi-réseau / multifournisseurs sera donc un défi important à adresser, mais qui pourra s'appuyer sur la norme Interbob d'échanges entre serveurs billettiques (AFNOR (CN03), 2015).**

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Gamme tarifaire (titres)	Norme française Intercode 2.2 Parties 1 à 5 (NF P 99-405) Complétée par un référentiel billettique national -> à spécifier	Auj. : Campagne de tests d'interopérabilité Mise au point d'outils pour tester individuellement chaque équipement -> à développer	
Chaîne de distribution des titres			
Vente sur équipement	N.A. Mise à jour logicielle pour la distribution de titre unique	Recette individuelle de chaque équipement de vente à l'aide des outils de test mentionnés ci-dessus.	
Rechargement sur smartphone NFC	N.A. Développement d'une brique technique commune pour iOS et Android de rechargement de titre unique	Recette dédiée de la brique technique de rechargement	
Télédistribution	Norme française Interbob (NF P 99-512) Développement d'un serveur mutualisé de vente à distance de titre unique Mise à jour des logiciels des équipements de validation pour gérer la télédistribution de titre unique.	Recette individuelle de chaque équipement de validation à l'aide des outils de test mentionnés ci-dessus.	
	Interconnexion des équipements de validation avec un serveur mutualisé de vente à distance de titre unique		

Chaîne de validation / contrôle

Les **équipements de validation / contrôle** devront être mis à jour pour valider /contrôler le titre unique

et qualifiés face à des outils de test comme évoqué plus haut. Leur mise à jour ne présente pas de complexité particulière par rapport à l'implémentation de la validation /contrôle d'un nouveau titre sur un réseau. La difficulté sera de pouvoir qualifier individuellement chaque équipement avec de nouveaux outils de tests.

Le niveau d'impact sera également dépendant du nombre de versions d'application billettique et du nombre de produits tarifaires composant la gamme titre unique à tester.

Une application mobile de contrôle pourrait également être développée de façon centralisée en complément. Mise à disposition des exploitants, elle pourrait dans certains cas d'éviter constituer une alternative à la mise à jour des portables de contrôle.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Chaîne de validation / contrôle des titres			
Equipements de validation	N.A. Mise à jour logicielle pour la validation/ contrôle de titre unique	Recette individuelle de chaque équipement de validation à l'aide des outils de test mentionnés ci-dessus.	

4.4.2 Approche serveur central

L'approche serveur central est une approche développée sur certains réseaux qui dispense d'avoir à inscrire un titre sur le support, mais requiert une connexion permanente entre les équipements de vente, le serveur de la billettique centrale et les équipements de validation afin de maintenir à jour sur chaque équipement des listes de supports autorisés et/ou refusés.

La distribution des titres doit être notifiée par les équipements de vente à un serveur central qui devra maintenir à jour en permanence la liste des titres valides associés à chaque support. Toute modification de la liste est communiquée aux équipements de validation/contrôle qui en gardent une copie locale ou qui devront interroger en temps réel un serveur central si le temps nécessaire à la transaction est jugé acceptable (cas des contrôles plus généralement).

Dans une démarche de titre unique à l'échelle du territoire, cela nécessite la mise en place d'un serveur central à l'échelle nationale auquel tous les équipements de vente et de validation/contrôle des réseaux partenaires devront être connectés en permanence.

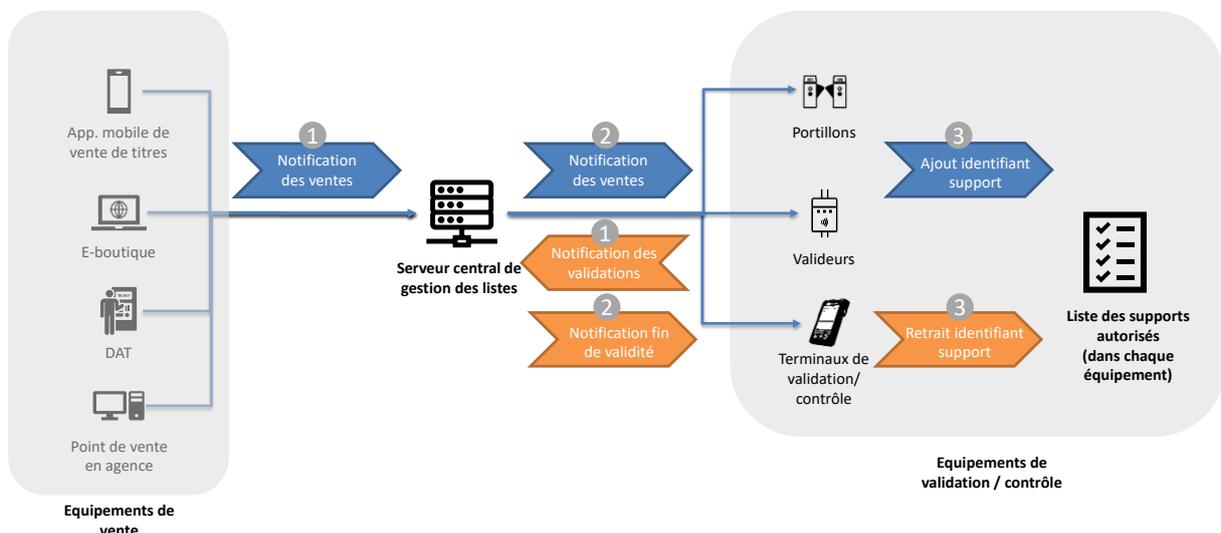


Figure 26 : Exemple de schéma de distribution et de validation des titres en mode serveur centrique

Le schéma ci-dessus n'est qu'un exemple de mise en œuvre. Plusieurs scénarios d'implémentation sont envisageables pour la mise en place d'un serveur central à l'échelle nationale :

- ▶ Connexion des équipements de tous les réseaux auprès d'un serveur national ;
- ▶ Connexion de tous les équipements d'un réseau auprès d'un serveur déployé à l'échelle du réseau, lui-même connecté à un serveur national ;
- ▶ Connexion de tous les équipements d'un réseau auprès d'un serveur déployé à l'échelle du réseau, lui-même connecté à un serveur régional, lui-même connecté à un serveur national ;
- ▶ ...

La **simplification essentielle** apportée par une approche serveur centrique est l'absence de **codage du titre sur le support, remplacée par une gestion de liste de support autorisés/ refusés dans les équipements**. Cette gestion de liste est générique en ce sens que l'équipement a uniquement besoin de savoir si le support permet ou pas l'accès au réseau, quel que soit le titre possédé par l'utilisateur.

A ce jour, il n'existe pas de standard ou norme en France ou à l'étranger définissant une interface générique de gestion de liste « serveur centrique » entre équipements de vente ou de validation/contrôle et un serveur central.

Il est possible également de gérer des listes enrichies pour en simplifier la mise à jour et réduire les échanges de données avec l'ensemble des équipements. Par exemple des dates de début et de fin de validité du titre peuvent être adjointes à l'identifiant du support dans certains cas (support associé à un abonnement calendaire par exemple).

Chaîne de distribution des supports

L'approche serveur centrique apporte peu de changements sur la distribution des supports par rapport à une approche support centrique. Il restera nécessaire d'identifier une application billettique à laquelle seront adossés les titres uniques. Les mêmes scénarios et impacts s'appliquent comme dans l'approche support centrique.

Les impacts restent faibles sur les solutions billettiques existantes pour l'émission d'une carte susceptible d'être associée à un titre unique.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Carte de mobilité sans contact (en usage serveur centrique)			
Protocole de communication	Norme ISO/IEC TS 24192	Certification RF délivrée par PayCert	
Application billettique	Standard Calypso Prime	Certification Calypso délivrée par PayCert	
	Scénarios 1 et 2 : Application Calypso « Titre Unique » à spécifier	Processus de certification à définir	

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
	Scénario 3 : Application Calypso Hoplink	Auj. : Processus déclaratif du fournisseur -> Processus de certification à définir	

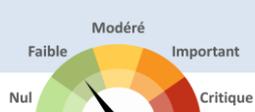
Chaîne de distribution des titres

La distribution des titres dans une architecture serveur centrique nécessite la mise à jour continue des listes de supports autorisés ou refusés dans chaque équipement de validation (cf. schéma *Figure 26 : Exemple de schéma de distribution et de validation des titres en mode serveur centrique*).

La distribution des titres peut s'effectuer selon différents canaux :

- ▶ Depuis un **équipement de vente** équipé d'un lecteur sans contact : terminal point de vente, distributeur automatique de titres ...
- ▶ Depuis une **application mobile, quel que soit le type de smartphone (NFC ou pas)**;
- ▶ Depuis **une e-boutique**.

Dans les 3 cas il s'agit essentiellement de connecter l'équipement de vente ou l'application web ou mobile à un serveur central pour lui notifier la vente de titres pour un support donné. Aucune action (locale ou distante) n'est requise sur le support. Cet interfaçage ne présente pas a priori de difficulté particulière. L'effort risque d'être un peu important pour les équipements de vente type DAT pour lesquels la mise à jour du logiciel embarqué est généralement un peu plus contraignante que la mise à jour d'une application mobile ou web.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Gamme tarifaire (titres)	<p>Pas de norme ou standard existants</p> <p>Interface équipement de vente / serveur central de distribution de titres -> à spécifier</p> <p>Interface équipement de validation / serveur central de distribution de titres -> à spécifier</p> <p>Serveur central de gestion des listes -> à développer</p>	Recette dédiée	
Chaîne de distribution des titres			
Vente sur équipement	N.A.	Processus de certification à définir	
Vente depuis une application mobile	Connexion permanente au serveur central de gestion de listes		

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Vente depuis une e-boutique			

Chaîne de validation / contrôle

Les **équipements de validation / contrôle** devront être mis à jour pour gérer à la fois la mise à jour des listes des supports suite aux opérations de vente, mais également pour remonter au fil de l'eau les validations, et prendre en compte en retour les demandes de retrait de la liste des supports pour lesquels les titres auront été consommés.

La mise à jour du logiciel embarqué des valideurs peut être considéré comme un effort modéré, dans la mesure où cette évolution sera de nature pérenne car réalisée sur la base d'une interface d'échange avec un serveur central qui pourra être standardisée à l'échelle nationale et peu ou pas liée à l'évolution de la gamme tarifaire proposée pour le titre unique.

Le **défi majeur** réside plutôt dans le fait de **rendre les valideurs connectés en permanence à un serveur central**, notamment ceux embarqués dans les véhicules.

De nombreux réseaux opèrent encore avec des valideurs embarqués qui ne communiquent avec un serveur central qu'en fin de services à travers le réseau Wifi des dépôts, ou qui peuvent être déjà connectés via une connexion 4G mais associé à une solution billettique non conçue pour gérer des échanges au fil de l'eau avec ses équipements.

De ce fait, la mise en place d'une gestion serveur centrale des titres uniques a des impacts structurants sur la plupart des solutions billettiques support centrées qui équipent encore la majorité des principaux réseaux du territoire.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Chaîne de validation / contrôle des titres			
Equipements de validation	N.A. Mise à jour logicielle pour la gestion de supports autorisés / refusés Connexion permanente à un serveur central de gestion de liste de supports autorisés / refusés	Processus de certification à définir	<p>Le diagramme est un arc de cercle coloré allant de vert (Nul) à rouge (Critique), avec des étapes Faible, Modéré et Important. Le pointeur est positionné sur la zone Modéré.</p>

4.5 Déploiement d'un titre unique sur M-Ticket NFC

L'approche support centrique est la seule approche déployée jusqu'à présent pour les M-Ticket NFC.

Un complément d'état des lieux pourra être mené, ultérieurement et si jugé utile, sur les impacts qu'aurait une solution serveur centrique de titre unique sur la base de M-Ticket NFC.

4.5.1 Approche support centrique

Chaîne de distribution des supports

S'agissant d'**émuler une carte Calypso Prime dans un smartphone NFC**, le choix à faire pour l'application billettique qui hébergera les titres uniques au sein d'un smartphone NFC reste identique à celui de l'approche carte :

1. Choix d'une application billettique dédiée au titre unique ;
2. Choix d'une application billettique existante déjà présente sur certaines cartes de mobilités, l'application Hoplink étant un candidat naturel dans ce scénario.

La distribution sur smartphone NFC restera toutefois plus compliquée que pour l'émission de cartes physiques :

- ▶ Implémentations différentes en environnements Android HCE et iOS (Apple), dont les évolutions constantes restent sous la gouvernance de Google et Apple Inc. ;
- ▶ Gestion de la sécurité distincte entre ces 2 environnements avec une gestion spécifique des clés à mettre en œuvre pour l'univers HCE ;
- ▶ Engagement contractuel à mettre en place avec Apple Inc.

La mise en œuvre d'une brique technique mutualisée pour l'ensemble des réseaux partenaires paraît l'approche la plus efficace et économique. C'est ce qui a été réalisé en IDF, permettant ainsi aux applications mobiles d'IDF mobilités et de ses exploitants (SNCF Connect, Bonjour Ratp) d'offrir le même service de dématérialisation des titres sur smartphone NFC.

La mise en place d'une brique de création de carte virtuelle sur smartphone NFC représente un effort collectif modéré pour les collectivités.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Smartphone NFC (en usage support centrique)			
Protocole de communication	NFC Forum Analog & Digital specifications	Certification ou évaluation RF délivrée par le NFC Forum Vérification à la charge des fabricants de smartphones	
Application billettique sur smartphone NFC	Choix entre 2 scénarios à opérer : Application Calypso « Titre Unique » ou Application Calypso Hoplink		
	Solution HCE : Norme française Intercode 2.2 Parties 4 HCIA (NF P 99-405)	Certification fonctionnelle de conformité aux spécifications HCE Calypso (programme de certification à venir) Certification de sécurité HCE Calypso délivrée par Calypso Networks Association	

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
	Solution SE / Wallet : Standard Calypso Prime revision 3	Certification fonctionnelle d'un couple applet Calypso/SE délivrée par PayCert	
Brique de création d'une carte virtuelle sur smartphone NFC	Solution pour Android HCE / Android SE Brique mutualisée à développer	Recette dédiée	
	Solution pour wallet Apple Brique mutualisée à développer	Recette dédiée Vérification effectuée par Apple Inc.	

Chaîne de distribution des titres

L'approche support centrique impose de charger le titre unique dans la carte de mobilité virtuelle comme physique. L'avantage apportée par la dématérialisation de la carte sur smartphone NFC est que la distribution du titre est facilitée et peut être immédiate puisque le smartphone NFC est un dispositif connecté.

Comme pour la carte, il sera nécessaire de spécifier préalablement les instanciations du titre unique, déclinées pour un ou plusieurs types de conteneurs selon le choix fait pour l'application billettique hébergeant le titre unique. Les instanciations sur smartphone NFC pourront être identiques ou similaires à celles définies pour les cartes de façon à rationaliser les efforts de développement et de test sur les équipements. L'effort supplémentaire par rapport au déploiement de titre unique sur carte de mobilités dans une logique support centrique peut être considéré comme faible.

Le seul canal de distribution considéré dans cette étude est celui de l'application mobile. Bien que théoriquement possible, aucun réseau ne propose pour l'instant de recharger un titre sur smartphone NFC depuis un point de vente physique ou une e-boutique. Il conviendra donc de **mettre en œuvre une brique de distribution de titre sur smartphone NFC, développement qui pourra être là encore mutualisé**, pour l'ensemble des réseaux partenaires.

L'effort collectif de développement de cette brique de distribution de titres et son intégration avec les applications mobiles de vente du titre unique est jugé modéré.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Gamme tarifaire (titres)	Norme française Intercode 2.2 Parties 1 à 5 (NF P 99-405) Complétée par un référentiel billettique national pour titre dématérialisé sur smartphone NFC -> à spécifier	Auj. : Campagne de tests locale Mise au point d'outils pour tester individuellement chaque équipement -> à développer	
Chaîne de distribution des titres			

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Vente sur équipement	Non proposé	N.A.	
Vente depuis une application mobile (avec titre dématérialisé sur smartphone NFC)	N.A. Développement d'une brique mutualisée de distribution du titre unique pour iOS et Android	Recette dédiée de la brique de distribution	
Vente depuis une e-boutique	Non proposé	N.A.	

Chaîne de validation / contrôle

Les **équipements de validation / contrôle** devront être mis à jour pour valider /contrôler le titre unique et qualifiés face à des outils de test comme évoqué plus haut. Leur mise à jour ne présente pas de complexité particulière par rapport à l'implémentation de la validation /contrôle d'un nouveau titre sur un réseau. Le principal effort reste, comme pour le déploiement du titre unique sur carte de mobilité, de mettre en place un process permettant de qualifier individuellement chaque équipement, indépendamment des autres équipements déjà déployés.

Si l'acceptation de titre unique sur carte de mobilités en mode support centrique est déjà implémentée, l'effort pour accepter leur version dématérialisée sur smartphone NFC ne requiert pas d'évolution importante dans les applicatifs des terminaux billettiques en place. Il sera néanmoins nécessaire de tester chacun des scénarios de dématérialisation retenus : wallet Apple, émulation logicielle (Android HCE), wallet Samsung Galaxy.

Une application mobile de contrôle pourrait également être développée de façon centralisée en complément. Mise à disposition des exploitants, elle pourrait dans certains cas d'éviter constituer une alternative à la mise à jour des portables de contrôle.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Chaîne de validation / contrôle des titres			
Equipements de validation	N.A. Mise à jour logicielle pour la validation/ contrôle de titre unique	Recette individuelle de chaque équipement de validation à l'aide des outils de test mentionnés ci-dessus.	

4.6 Déploiement d'un titre unique sur M-Ticket CB2D

La plupart de solutions de M-ticket CB2D déployées sont de types support centrique.

Un complément d'état des lieux pourra être mené, ultérieurement et si jugé utile, sur les impacts qu'aurait une solution serveur centrée de titre unique sur la base de M-Ticket CB2D.

4.6.1 Approche support centrée

Chaîne de distribution des supports

Il n'y a pas de support à distribuer dans une solution M-ticket CB2D.

Chaîne de distribution des titres

La distribution des titres au sein d'une application M-ticket CB2D peut se faire de différentes façons :

1. Envoi de l'image du titre à l'application mobile depuis un serveur central ;
2. Fourniture d'une librairie (SDK) à intégrer à l'application mobile et en charge de la génération du titre en lien avec un serveur central.

Le scénario d'une génération du titre entièrement local par l'application mobile n'est pas analysé, car ce scénario est peu sécurisé et plus complexe à mettre en place :

- ▶ Les clés utilisées pour signer les titres sont plus exposées si stockées dans une application mobile que sur un serveur central ;
- ▶ Des tests doivent être réalisés pour chaque application et pour chaque titre généré afin de valider que ceux-ci soient bien conformes aux spécifications d'instanciation, alors que les tests portent uniquement sur le serveur central dans les autres scénarios.

Envoi de l'image du titre à l'application mobile

Ce scénario est simple à mettre en œuvre et permet de distribuer aussi bien des M-Tickets CB2D via une application mobile, que des e-billets au format pdf qui peuvent soit être imprimés ou affichés sur l'écran d'un smartphone.

Ce scénario ne permet pas toutefois de bénéficier des mesures de sécurité apportées par la génération de M-ticket CB2D dynamique qui sont rafraîchies au bout de quelques secondes ou minutes.

Ce scénario est plus adapté à l'émission de titre à usage immédiat ou de titres nominatifs avec une période de validité bien délimitée dans le temps.

Ce scénario est mis en œuvre dans certains réseaux urbains pour la vente de titres unitaires à usage immédiat et par la SNCF pour la vente de titres TER.

Fourniture d'une librairie (SDK)

Ce scénario est également simple à mettre en œuvre, et permet de distribuer des M-ticket CB2D dynamiques, conformes à la dernière norme Intercode Partie 6 (AFNOR (CN03)).

Ce scénario permet d'émettre tout type de titres avec un niveau de sécurité satisfaisant, y compris pour les titres anonymes, et est celui qui a été retenu par la Région Grand Est.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Gamme tarifaire (titres)	Norme française Intercode 2.2 Parties 6 CB2D (NF P 99-405) Complétée par un référentiel billettique national -> à spécifier	Auj. : Recette d'interopérabilité Mise au point d'outils pour tester individuellement chaque équipement -> à développer	

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Chaîne de distribution des titres			
Vente sur équipement	N.A. Mise à jour logicielle pour la distribution de titre unique	Qualification individuelle de chaque équipement de vente à l'aide d'outils de test -> à développer	
Vente depuis une application mobile (avec rechargement carte sur smartphone NFC)	N.A. Développement d'une brique technique commune pour iOS et Android de rechargement de titre unique	Qualification individuelle de la brique de rechargement à l'aide d'outils de test -> à développer	
Vente depuis une application mobile ou Vente depuis une e-boutique (avec Télédistribution)	Norme française Interbob (NF P 99-512) Développement d'un serveur de vente à distance centralisé de titre unique Mise à jour des logiciels des équipements de validation pour gérer la télédistribution de titre unique.	Qualification individuelle de chaque équipement dev validation à l'aide d'outils de test -> à développer	

4.7 Déploiement d'un titre unique sur carte de paiement sans contact

Le mode de fonctionnement d'une solution Open Payment reste défini par les acteurs bancaires, même si des travaux ont été conjointement menés en normalisation et à travers des échanges entre les principaux acteurs de l'écosystème pour faire converger les exigences et contraintes des 2 écosystèmes autour d'une solution unique.

La façon d'utiliser une carte ou une application de paiement sans contact est de nature **serveur centrique** : aucune information n'est inscrite dans la carte (ou dans sa version dématérialisée sur smartphone) lors d'une validation.

4.7.1 Approche serveur centrique

Chaîne de distribution des supports

La distribution des cartes de paiement sans contact est prise en charge par les acteurs bancaires.

Le domaine bancaire supporte notamment tous les efforts nécessaires pour dématérialiser les cartes sur smartphone NFC. Ainsi à ce jour, plus de 4000 banques dans le monde ont conclu des accords avec Apple Inc. pour pouvoir proposer une carte de paiement virtuelle au sein de l'application Apple Wallet.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Chaîne de distribution des supports			

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Carte et application mobile de paiement sans contact	Normes et standards du domaine bancaire (EMV, FrenchSys, Visa, Mastercard ...) Distribution à la charge des acteurs bancaires	Vérification à la charge des acteurs bancaires	

Chaîne de distribution des titres

Il n'y a pas de notion de titres dans une solution Open Payment, puisque ce sont les validations qui sont collectées pour reconstituer les trajets de l'utilisateur et les valoriser. Ce point est adressé dans un chapitre suivant.

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Chaîne de distribution des titres			
Pas de distribution de titre	N.A.	N.A.	

Chaîne de validation / contrôle

Les équipements de validation doivent être mis à jour pour être conformes aux exigences du domaine bancaire et connectés en permanence à un serveur central en charge de traiter les transactions Open Payment en lien avec la banque acquéreur de l'AOM ou de l'exploitant (selon celui qui perçoit les recettes).

Le respect des exigences technique et sécuritaire bancaires doit être pensé dès la conception des équipements, ce qui explique que la totalité des réseaux ayant déployé ce service l'ont fait à la faveur du renouvellement de leur équipement ou du déploiement d'équipements dédiés à ce service.

L'impact est donc critique sur l'ensemble des valideurs, et bien que les intégrateurs billettiques proposent désormais des équipements supportant ce service (généralement en option), il faudra attendre la fin d'un cycle de renouvellement complet des solutions billettiques pour que l'ensemble du parc français soit migré, soit à horizon 2030-2035.

Il est important de noter que l'évolution des règles applicables aux équipements de validation restent sous la gouvernance des acteurs bancaires, et qu'au-delà des certifications applicables aux équipements, c'est l'ensemble de la chaîne d'acquisition (équipement + serveur Open Payment + système d'acquisition de la banque acquéreur) qui doivent être validés. Toutefois un point positif, **la certification des équipements et des serveurs n'est pas spécifique à un réseau**. Cependant, un réseau décidant de changer de banque acquéreur peut devoir repasser une certification de la solution de bout en bout, s'il s'agit d'un premier interfaçage entre la solution Open Payment et la nouvelle banque acquéreur.

Comme pour le déploiement d'un titre de transport sur carte de mobilité dans une logique serveur central, les **équipements de validation** devront être mis à jour pour gérer à la fois la mise à jour des listes des supports autorisés ou refusés, mais également pour remonter au fil de l'eau les validations, et prendre en compte en retour les demandes de retrait de la liste des supports pour lesquels une autorisation de paiement bancaire a été refusée. Le fait de **rendre les valideurs connectés en permanence à un serveur central**, notamment ceux embarqués dans les véhicules, représente un défi majeur pour le déploiement du service Open Payment.

Jusqu'à présent la collecte des validations des supports bancaires s'effectue à l'échelle d'un réseau.

Si le réseau est multi-exploitants, des règles d'encaissement et de répartition de recette sont établies et mises en œuvre au niveau du serveur Open Payment du réseau (plafonnement quotidien par exemple). **Ce modèle de solutions Open Payment déployés au niveau de chaque réseau**, sans lien entre elles, **est suffisant dans la logique d'un titre unique prenant la forme d'un droit d'accès avec paiement à l'usage**.

La mise en œuvre de l'Open Payment pour adresser le titre unique dans l'un des 2 cas suivants nous paraît extrêmement plus difficile :

- ▶ Titre unique pour chaque trajet,
- ▶ Abonnement à tarif unique,

En effet, un serveur centralisé à l'échelle nationale devra être déployé et interfacé à l'ensemble des serveurs locaux pour, selon chacun des 2 cas :

- ▶ Ajouter le support bancaire à la liste des titres autorisés dans les valideurs des réseaux participant au trajet,
- ▶ Collecter les valorisations à l'échelle de chaque réseau, appliquer un éventuel plafonnement et en instruire les différentes entités en, faisant l'encaissement selon des règles de répartition des moins-values de recette à déterminer.

Le cas anglais semble confirmer cette difficulté à changer d'échelle. Lancé en 2012, le service Open Payment de TfL reste encore cantonné sur le périmètre des réseaux de cette autorité malgré son succès et la volonté d'intégrer des déplacements à l'échelle nationale (80% des déplacements en transport en commun quotidiens partent ou se terminent dans le grand Londres).

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
Chaîne de validation / contrôle des titres			
Equipements de validation	Normes et standards du domaine bancaire (EMV, FrenchSys, Visa, Mastercard ...) Mise à jour logicielle et sécuritaire pour la validation/ contrôle de titre unique Connexion permanente à un serveur central	Qualification individuelle de chaque équipement de validation / contrôle, puis de la chaîne d'acquisition complète	

Périmètre	Norme ou standard Développements spécifiques	Mode de vérification	Niveau d'impact
<p>Serveur de valorisation des usages (cas « Titre unique pour chaque trajet » et « Abonnement à tarif unique »)</p>	<p>Normes et standards du domaine bancaire (EMV, FrenchSys, Visa, Mastercard ...)</p> <p>Mise en place d'un serveur central national connecté aux serveurs Open Payment de chaque réseau</p>	<p>Recette d'intégration avec chaque réseau.</p>	 <p>A gauge with five segments: Nul (green), Faible (light green), Modéré (yellow), Important (orange), and Critique (red). The needle points to the 'Important' segment.</p>

5 Conclusions et synthèse

Un environnement de solutions billettiques encore très hétérogène et peu adapté aux usages numériques

Différentes technologies de support de titres coexistent parmi les solutions billettiques déployées en France : tickets papiers, tickets magnétiques mais aussi cartes ou billet sans contact, et pour les usages numériques : émulation de titres sur smartphone NFC ou au format codes-barres 2D (CB2D).

Cette multiplicité de technologies est rendue nécessaire pour faciliter la vente de titres auprès de toutes les catégories d'usagers, en fonction de leur niveau de fréquentation (occasionnels locaux ou étrangers au réseau, usagers réguliers et abonnés) mais également de leur aisance avec les usages numériques (ou de leur appétence à en faire usage).

La **carte de mobilité sans contact** s'est rapidement imposée comme **le support idéal à destination des usagers réguliers et abonnés** du fait de sa simplicité d'usage. Elle souffre cependant d'un processus de distribution contraignant nécessitant un passage en agence ou un envoi postal et d'un coût (env. 1 euro) qui ne la rend **pas forcément adaptée à tous les usages occasionnels**.

Par conséquent, d'autres types de support physiques se sont développés en complément pour adresser les usages occasionnels : ticket papier, ticket magnétique, ticket papier avec CB2D ou e-billet, billet sans contact ...

Partant de l'hypothèse que le titre unique s'inscrivait dans une démarche durable pour les usagers, la mise en œuvre du titre unique sur un support physique à bas coût et de faible durée de vie (i.e. quelques jours ou semaines) n'a pas été analysé pour l'instant.

En complément des supports physiques, différentes formes de titres dématérialisés se sont développées depuis plusieurs années tirés par l'appétence des usagers de tout faire à l'aide d'un smartphone :

- ▶ Les titres dématérialisés au format **M-Ticket NFC** se valident de façon intuitive et rapide comme avec une carte. Tout type de titres peut être porté sous ce format.
- ▶ Les titres dématérialisés au format **M-Ticket CB2D** offrent une approche à bas coût avec peu ou pas d'intégration avec les équipements et solutions billettiques en place, grâce à la possibilité de valider directement son titre depuis son smartphone. Tout type de titres peut être porté sous ce format.
- ▶ Le service de paiement au valideur ou **Open Payment** simplifie encore plus l'expérience utilisateur car l'achat et la validation du titre sont fusionnés en un seul geste. **Seuls les titres plein tarifs, et principalement les titres occasionnels sont portés sous ce format.**
- ▶ Les titres peuvent être également édités dans un format **e-billet** à imprimer ou à afficher depuis son smartphone. Ce format est exposé à un risque de fraude par duplication (contrairement au M-ticket qui s'affiche sur un écran d'application mobile pouvant intégrer des éléments dynamiques de sécurité permettant de détecter facilement une copie d'écran) et de ce fait **son usage est restreint dans les transports publics hors titre à usage immédiat et billets TER** dont la validité est limitée à une date et un trajet.

A ce jour, les technologies de support de titre se répartissent entre réseaux de transport de la façon suivante :

- ▶ La quasi-totalité des réseaux équipées d'une solution billettique supportent une offre sur carte de mobilité sans contact ;
- ▶ Les principaux réseaux urbains et celui d>IDF supportent les titres dématérialisés au format M-Ticket NFC (sur smartphones NFC Android pour l'instant, en attendant la disponibilité de solution sur iPhone et montres connectées Apple prévue en 2023) ;

- ▶ Plus d'une centaine de réseaux de taille intermédiaires et petite ont déjà déployé des solutions de titres dématérialisés au format C2BD, mais plutôt dans une logique où le smartphone sert de valideur, et peu de réseaux disposent d'équipements de validation avec lecteur optique de titres.
- ▶ Une trentaine de réseaux proposent un service de paiement au valideur ou Open Payment, qui permet à l'utilisateur de voyager simplement avec sa carte bancaire (ou sa version dématérialisée dans un smartphone).
- ▶ Hormis pour les titres TER dans lequel la part des titres dématérialisés est prépondérante, l'usage d'e-billet reste anecdotique dans les réseaux urbains et de cars interurbains.

Le choix de la carte de mobilité sans contact comme support physique pour le titre unique ne devrait porter pas à contestation. Cependant, il n'y a pas de technologie de support dématérialisé pour le titre unique qui soit universellement acceptée sur l'ensemble du territoire :

- ▶ Certains réseaux sont restés dans une approche purement sans contact ;
- ▶ D'autres réseaux ont adopté une approche combinant cartes sans contact et titres CB2D physiques ou dématérialisés.

Il serait excessivement coûteux et long à mettre en place d'exiger que l'ensemble des solutions billettiques du territoire acceptent l'ensemble de ces technologies de titres dématérialisés. **Un choix devra être opéré entre les différentes technologies de support dématérialisé pour proposer le titre unique sur smartphone. M-ticket NFC ou CB2D semblent les 2 formats les plus à même de porter une large gamme tarifaire autour du titre unique.**

A l'heure où la SNCF communique sur le fait que 94% à 99% des billets vendus le sont sous forme dématérialisée, il sera bon de **s'interroger sur la nécessité de déployer le titre unique à la fois sur un support physique et dans un format dématérialisé.**

Déploiement du titre unique sur carte de mobilité sans contact : support ou serveur centralisé ?

Bien que la carte de mobilité sans contact soit largement répandue, tous les réseaux ne supportent pas le même type d'application billettique sur carte. Plus de 70 applications billettiques coexistent en France, chacune avec ses propres clés de sécurité, basées sur des versions du standard Calypso et des types de conteneurs² différents.

Si l'on veut minimiser les impacts sur l'ensemble des valideurs des réseaux accepteurs, une application billettique spécifique devra être spécifiée pour porter le titre unique. Celle-ci pourrait

² structure de fichiers hébergeant les données dans l'application

être une nouvelle application dédiée au titre unique, ou une application billettique existante dont l'usage pourrait être généralisé à tous les réseaux, pour héberger le titre unique.

L'interopérabilité, qui permet de voyager à travers plusieurs réseaux avec une même carte et un même titre, s'est construite autour du standard Calypso, complétée par des travaux normatifs. Cette interopérabilité s'est développée à l'échelle régionale dans une logique « support centrique » qui consiste à inscrire le titre dans la carte.

Cette démarche « support centrique » toutefois pose des contraintes pour la vente de titres en ligne. Le carte n'étant pas un objet connecté, tout chargement ou renouvellement d'un titre nécessite un passage en point de vente physique (agence, dépositaire ou automate) ou une mise à jour lors d'une validation, via un processus de télédistribution qui peut prendre jusque 24 à 48h quand les valideurs embarqués dans les véhicules sont uniquement connectés au serveur billettique en fin de service lors du retour des véhicules aux dépôts.

Le recours à **cette logique « support centrique » pour une distribution de titre à l'échelle nationale impose des mises à jour importantes sur les équipements de ventes et sur le parc des valideurs** qui devront en plus être rendu communicants pour proposer une prise en compte rapide des opérations de vente/ renouvellements. **Seul le rechargement du titre directement via le smartphone NFC de l'usager** (utilisé alors comme un lecteur sans contact) **permettrait une distribution avec usage immédiat du titre sans impact sur les équipements des réseaux**, comme cela a été mis en place en IDF, et dans certaines grandes métropoles.

Une autre alternative envisageable, mais plus disruptive serait **le déploiement du titre unique dans une logique « serveur centrique »**. Dans ce mode de fonctionnement, les listes de supports acceptées ou refusées sont maintenues à jour localement dans chaque équipement, au fil des opérations de vente / résiliation. Cette approche **simplifie et rend générique la mise à jour des valideurs**. Elle **nécessite toutefois d'avoir des valideurs communicants, mais les valideurs impactés peuvent être uniquement ceux des réseaux fermés**, si on accepte de ne plus imposer une validation systématique en réseau ouvert (un portable de contrôle pourra toujours interroger un serveur billettique central pour vérifier l'appartenance de la carte à la liste des supports autorisés).

Déploiement du titre unique sur smartphone : M-ticket NFC ou CB2D ?

Des choix souvent exclusifs ont été opérés pour les usages numériques par de nombreux réseaux entre M-ticket NFC et M-ticket CB2D.

La démarche M-ticket NFC peine toutefois à s'imposer car elle nécessite des approches collaboratives avec les principaux fabricants de smartphones, peu enclins à ouvrir leur environnement sans contrepartie de captation de la relation client et plus à la recherche de services universels (comme le paiement) que localisés comme le sont aujourd'hui les services de transport publics. En conséquence, les efforts et coûts de développement importants pour la dématérialisation de titres de transport sur smartphone NFC sont principalement supportés par les acteurs du domaine transport, ce qui a rendu jusqu'à l'approche uniquement accessible aux grands réseaux urbains ou régionaux. A titre d'illustration, aucun réseau n'a encore lancé début 2023 de service de m-ticket sur iPhone bien que le sujet soit en discussion depuis de nombreuses années – et devrait aboutir courant d'année.

Dans ce contexte, **une mutualisation des efforts autour d'une solution unique de distribution de m-ticket NFC à l'échelle nationale paraît fortement recommandable**, plutôt qu'une duplication des efforts au niveau de chaque réseau. Cette approche mutualisée n'est pas incompatible avec une distribution proposée via différentes applications mobiles, comme cela a été fait en IDF.

Coté acceptation et impact sur les équipements existants, ceux-ci seront similaires à ceux identifiés pour l'acceptation du titre unique sur carte de mobilité dans une logique support centrée : **une mise à jour logicielle des valideurs sera nécessaire sur l'ensemble des réseaux partenaires.**

La distribution de titre M-ticket CB2D est très facile à mettre en œuvre, dans un format désormais normalisé, et peut éventuellement être simplifiée autour d'une solution mutualisée à l'échelle nationale. **La validation de m-ticket CB2D sur équipement présente un effort de mise à jour important des valideurs.** Pour la plupart, **l'ajout d'un lecteur optique, si ce n'est le renouvellement du valideur peut être requis.** Encore une fois, cet effort peut être atténué et **limité aux valideurs des réseaux fermés**, si on accepte de ne plus imposer une validation systématique en réseau ouvert. Une validation par scan de QR code peut être proposé dans les réseaux ouverts pour maintenir un geste de « pseudo-validation ».

Clairement un arbitrage devra être opéré entre ces 2 technologies, en prenant en compte non seulement les impacts techniques, mais également l'impact sur l'expérience utilisateur avec un acte de validation moins fluide avec un m-ticket CB2D.

--Fin du document--

