

Le TRAMFRET : vers une logistique urbaine durable



Rapport de synthèse
Février 2018

1. Objet du document

Ce document présente une synthèse du projet TramFret :

- son historique et son contexte ;
- son concept fondateur à savoir l'utilisation du tramway comme vecteur massifié et mutualisé pour une nouvelle approche de la livraison des marchandises en cœur de ville et pour l'émergence d'une logistique urbaine durable ;
- les différents jalons du projet TramFret, de ses débuts en 2010 à fin 2017, à savoir :
 - les projets de recherches menés dans le cadre du PREDIT 4 par la Mission TMV de la RATP ;
 - le test opérationnel RATP/APUR de 2011 ;
 - la maquette démonstrative non opérationnelle réalisée par Efficacity et St Etienne métropole (SEM) dans le cadre de la COP21 de 2015 ;
 - les expérimentations menées en 2017 à St Etienne dans le cadre du groupement partenarial SEM/STAS/Efficacity.
- une présentation détaillée des principales étapes techniques, juridiques et opérationnelles ayant permis la réalisation de l'expérimentation de St Etienne ;
- enfin, une revue des potentialités de déploiement du TramFret sur les réseaux de tramways interconnectés existants en France, en Europe et dans le monde.

2. Historique et contexte

La Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) a mené dans la période 2009-2013 une réflexion approfondie sur le possible positionnement d'un opérateur de transport collectif urbain face aux problématiques du Transport de Marchandises en Ville. Cette réflexion s'est notamment appuyée sur deux projets financés en 2012 par le PREDIT, FILET (Faisabilité de l'Intégration Logistique des Espaces Transport) et IMOT:EP (Intégration des Mixités Opérationnelles Transport : Etats et Possibles) (PREDIT, 2012). Un financement du PREDIT a également été obtenu pour un projet permettant de mesurer les « Surcoûts Consécutifs à l'Ajout Logistique dans un Projet (de transport) ».

Des recherches menées dans le cadre de ces projets ont émergé deux opportunités remarquables : Colib' (mise en place d'une infrastructure automatisée de retrait de petits colis dans les réseaux) et TramFret (utilisation du tramway pour le transport de marchandises), présenté dans la présente note. Le projet TramFret a également bénéficié d'une réflexion initiée en 2010 par l'APUR sur l'usage du tramway pour la distribution urbaine. Dans ce cadre, il a été proposé d'associer dès l'automne 2011 des opérateurs économiques privés (transporteurs, chargeurs, distributeurs) à des études réalisées par des bureaux d'études extérieurs sous maîtrise d'ouvrage APUR. Le comité de pilotage était constitué par la Région Ile-de-France, la Ville de Paris, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Ile-de-France (DRIEA), l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France (IAU), Réseau Ferré de France (RFF), la Préfecture de Police, le Syndicat des Transports d'Ile de France, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Ile de France (ADEME) et la RATP.

3. Concept du TramFret

L'idée principale de ce projet est de transporter des marchandises d'un point à un autre en utilisant un tramway, en fin de vie et transformé, empruntant le réseau existant, et circulant entre les tramways destinés aux voyageurs, en dehors des heures de pointes.

Les leviers d'actions techniques de ce projet jouent simultanément au niveau du véhicule, du contenant logistique, des infrastructures, des technologies de l'information et de la communication, et de l'insertion urbaine, sous contrainte des externalités négatives du fret urbain et de l'optimisation des livraisons en ville. TramFret vise ainsi à favoriser une mutualisation des trafics et des espaces de stockage sur son tracé. Il repose sur le principe selon lequel les véhicules et les réseaux seront «partageables», ce qui doit permettre d'optimiser le taux d'utilisation, donc d'en maximiser la performance environnementale. Ce fonctionnement de type transport mutualisé implique une forte standardisation des contenants et une transformation des rames du tramway. Le projet prend en compte toute la chaîne logistique, ainsi que son retour, permettant de développer un système « porte à porte ». Il vise également à identifier les opérateurs en mesure de piloter ces nouveaux schémas de transports urbains et pouvant intégrer cette nouvelle gestion des livraisons terminales ainsi que la recomposition amont des chaînes logistiques.

4. Test d'insertion opérationnelle en 2011

Pour démontrer la possibilité de l'insertion opérationnelle du TramFret dans le réseau, un test a été réalisé à Paris entre la mi-novembre et la mi-décembre 2011, consistant à faire circuler sur l'ensemble de la ligne T3 Sud, une rame sans voyageurs pendant les heures creuses, à raison de deux allers et retours par jour, au départ du terminus Pont de Garigliano entre 10h30-11h00 et 14h30-15h00. Et cela 6 jours par semaine, sur une durée de 4 semaines. La rame TramFret a été intercalée entre deux rames de voyageurs afin d'évaluer la capacité de la ligne à absorber une rame supplémentaire. Lors de cette expérimentation, une priorité absolue était donnée à l'exploitation « voyageurs » de la ligne T3, et aucun impact sur le service voyageur, ni même sur le niveau de service ressenti ne devait être perceptible. L'expérimentation a pris place dans une période très contrainte au niveau opérationnel, car cumulant la forte affluence due aux nombreux salons se tenant Porte de Versailles et le plan dit «feuilles» de la fin de l'automne.



Figure 1 Expérimentation TramFret de 2011, identité visuelle (Sources: apc.fr / ratp.fr / slate.fr)

Les résultats obtenus par ce test, que ce soient le retour d'expérience opérationnel, les enquêtes usagers et les données de trafic recueillies par la Ville de Paris, prouvent qu'une rame supplémentaire en heure creuse n'a aucun impact sur l'exploitation du transport de personnes, ni sur l'environnement

urbain et social alentour. En termes d'acceptabilité sociale, le personnel technique de la ligne a confirmé et approuvé l'expérimentation.

Le projet TramFret s'est poursuivi par des « études chargeurs », menées grâce à des financements de la DREIA et de la Région IdF, dont le but était de mettre en place un transport de marchandises par tramway avec des chargeurs volontaires. Les entreprises de la grande distribution Carrefour et Casino ont participé activement à ces phases en acceptant que leurs données soient traitées de manière commune par le bureau d'études Jonction en charge de ce volet du projet. Tout en notant des retombées médiatiques très favorables et la validation de la faisabilité opérationnelle du projet, ces études ont abouti au constat que pour être viable, le projet nécessitait une infrastructure en réseau et une réflexion plus approfondie sur sa dimension économique. En effet, limité à un tronçon parisien de quelques kilomètres (T3 Sud) non raccordé aux autres lignes d'Ile-de-France, uniquement adressé aux chargeurs de la grande distribution, le projet aboutissait à des coûts de rupture de charge et d'infrastructure trop élevés.

Néanmoins, cette phase a été riche d'enseignements et l'appel à un démonstrateur lancé début 2015 dans la cadre de la COP21, a permis de reprendre le développement de la recherche par une étape cruciale, à savoir la réalisation d'une expérimentation plus complète du concept.

5. Démonstrateur TramFret pour la COP21 en 2015

Dans le cadre de l'appel à démonstrateur COP21 lancé début 2015, et avec l'accord de la Ville de Paris et de l'APUR, Efficacity a proposé de réaliser un démonstrateur, non opérationnel de TramFret. Cette idée a emporté l'adhésion et le soutien des pôles de compétitivité Advancity, Nov@Log, LUTB et I-Trans. Il s'agissait de réaliser un prototype du matériel roulant permettant de faire prendre corps au concept et de venir en mesurer toutes les dimensions encore inconnues : coûts des transformations, emport, volumétrie, capacités et facilités de chargement / déchargement. Ces étapes poursuivaient les premières études réalisées en la matière par la RATP. En première approximation, le coût de transformation d'une rame existante avait été estimé entre 100 et 120 k€. Malheureusement, l'idée de base, c'est-à-dire le recyclage du matériel roulant de type Tramway Français Standard (1ère génération de matériel roulant depuis le « renouveau du tramway en France »), s'est retrouvée confrontée à l'absence de disponibilité de ce matériel aux échéances de la COP21. En effet, ni la Région IdF, ni Nantes Métropole n'ont été en capacité de céder du matériel, car l'une et l'autre attendaient la livraison d'un nouveau matériel à un horizon plus lointain et hors délai pour l'exposition organisée dans le cadre de la COP21. Le matériel rouennais avait été quant à lui revendu et celui de Grenoble était en cours de rénovation pour une utilisation voyageurs.

Saint Etienne Métropole et son exploitant STAS, consultés lors des phases d'identification de réserve potentielle de matériel roulant, ont alors proposé d'utiliser une ancienne rame articulée, de modèle PCC. Après expertise par ArteRail, il est apparu que la faisabilité de la transformation et de la remise en état de ce matériel serait elle aussi trop dispendieuse. Enfin, les différents bureaux de design consultés sur la réalisation d'une maquette à l'échelle 1:1 pour le prototype ont annoncé des coûts prohibitifs. S'est alors imposée l'idée, prévue dans l'appel à démonstrateurs non opérationnels, de la transformation du seul intérieur du PCC, par dépose des équipements voyageurs, et de la simulation visuelle extérieure de la fonctionnalité transport de marchandises par pelliculage représentant l'intérieur du matériel ainsi équipé.

Cette maquette de démonstration a donc été réalisée, les travaux ont été effectués par ArteRail et la STAS, à St Etienne. Une contribution de l'agence de l'ADEME Rhône-Alpes a permis de boucler le financement de cette première phase ayant un objectif de communication et de sensibilisation, avec l'engagement de monter ensuite une réelle expérimentation à St Etienne. En effet, la STAS devait recevoir courant 2016 une première partie de sa commande de matériel roulant nouveau. Ce matériel roulant fabriqué par CAF France devait libérer des rames du STE1, qui elles pouvaient ainsi être utilisées pour réaliser le premier TramFret « opérationnel ».



Figure 2 Photos de la Maquette TramFret COP21 et visiteurs... (Source : Efficacity)

Soulignons que le succès de cette exposition réalisée dans le cadre de la COP21 a fait la démonstration qu'il existait une forte demande politique concernant ce type de projet, favorable à la qualité de l'air et de manière générale à la santé publique en ville, et que l'intérêt suscité dépassait largement le seul cadre national.

Notons qu'en France, les évolutions législatives, notamment les lois MAPTAM et NOTRe redéfinissant les Autorités Organisatrices de Transports en AO de la Mobilité Durable, constituaient un cadre favorable à l'émergence de concepts comme le TramFret. La Logistique Urbaine est devenue en outre un axe important de la réflexion sur le système urbain, à la fois en termes d'aménagement urbain, de transport et de développement de nouvelles infrastructures énergétiques, et le projet TramFret participe clairement, à son échelle, aux objectifs affichés de report modal logistique.

6. Première expérimentation à St Etienne en 2016-2017

Mise en place de la gouvernance

Faisant suite à la demande de l'ADEME Rhône-Alpes et prenant appui sur la prochaine disponibilité de matériel roulant, un groupe de travail regroupant SEM, la STAS et Efficacity se met en place pour déboucher sur le montage d'un groupement partenarial de type « sui generi » donnant ainsi un cadre légitime à l'expérimentation en cours. Ce groupement obtient, par délibération du Conseil de la Métropole stéphanoise du 15 septembre 2016, mission de mettre en place une expérimentation dans l'année qui suit. Le groupement SEM/STAS/Efficacity s'organise autour de Comités de Pilotage, à orientation politique et stratégique et de comités Techniques, à vocation plus technique et opérationnelle.

De plus, SEM associe à la démarche la Cité du Design et son « laboratoire des usages et pratiques innovantes » (LUPI) pour un travail sur les usages, ainsi que SimplyCité, son Centre de Distribution Urbain (CDU) qui devient l'opérateur logistique de cette phase expérimentale. Dans le même temps, Casino, via son réseau de proximité stéphanois, se porte volontaire pour accompagner le groupement.

Verrous et leviers

Des thématiques cruciales pour la pérennité de l'expérimentation sont alors identifiées. Il s'agit de :

- la transformation du matériel roulant,
- l'exploitabilité du système,
- l'intégration des systèmes d'information de la supply chain (et de la reverse) des acteurs économiques appelés à devenir les clients du système,
- la partie automatisé et optimisation des phases de chargement / déchargement du TramFret.

L'ADEME régionale ayant lancé son appel à projets « AuraTrans », le groupement y répond et obtient un financement lui permettant de lancer une consultation sur l'ensemble de ces thèmes.

Etudes préalables menées avec l'appui de l'ADEME Rhône-Alpes (programme « AuraTrans »)

Dans le cadre du programme « AuraTrans », les équipes d'Efficacity ont rédigé les cahiers des charges relatifs aux études de préféabilité à l'expérimentation TramFret à Saint-Etienne correspondant aux quatre thèmes identifiés ci-dessus. Les quatre études correspondantes ont ensuite été réalisées par des acteurs reconnus dans chacune des spécialités concernées.

Le contenu et les principaux résultats de ces études sont présentés ci-après.

Transformation du Matériel Roulant Ferroviaire Urbain

L'objectif principal est ici de définir clairement et définitivement s'il est possible de transformer le matériel roulant STE1 (Tramway de Saint-Etienne) qui va être réformé en TramFret. Si cette possibilité est avérée, le consultant en charge de l'étude devait répondre aux attentes suivantes : rédiger le cahier des charges de la transformation du matériel roulant, faire une première analyse technique et faire une estimation du montant financier détaillé à engager pour la transformation ainsi que son planning optimal.

Exploitabilité du Système et Insertion Ferroviaire Opérationnelle

L'objectif de l'étude de faisabilité d'exploitation opérationnelle est de déterminer les conditions d'insertion d'un tramway de marchandises dans la circulation des tramways de voyageurs, de manière beaucoup plus précise que cela n'a pu être fait dans l'expérimentation de 2011. Cette étude visait en particulier à :

- prévoir les sillons idoines pour la circulation du fret sur un réseau de transport urbain ;
- anticiper les répercussions possibles ou non sur le service voyageurs ;
- identifier les sites préférentiels (d'un point de vue opérationnel) pour le chargement et le déchargement des marchandises.

Par ailleurs, elle devait aborder la question des coûts d'exploitation, d'entretien et de remisage du matériel roulant pour compléter les éléments sur les frais de fonctionnement du système TramFret. Cette étude devait enfin s'appuyer sur une modélisation précise de la circulation d'un tramway de fret dans le tableau de marche d'un exploitant de transport en utilisant un outil de simulation multi-agents.

Systemes d'Information Intégrés

Le principe retenu pour le cahier des charges de l'intégration des systèmes d'information est de pouvoir permettre au système TramFret de respecter ses concepts fondateurs, qui reposent sur un système totalement ouvert et évolutif : multi opérateurs, multi chargeurs, multi filières, etc. Dans cette première approche, les systèmes d'information proposés devaient :

- partir du système d'information de SimplyCité (le centre de distribution urbaine et la plateforme mutualisée de la Ville de Saint-Etienne et de Saint-Etienne Métropole) et le faire évoluer vers un fonctionnement optimal. L'idée est de venir vérifier les possibilités techniques, digitales et d'usages d'un produit existant, intégrant diverses sources d'informations, en vue de son expansion à un modèle logistique de plus ample envergure ;
- partir d'une feuille blanche et avoir ainsi toute latitude pour proposer un système évolutif et innovant, partant d'une extrême simplicité pour évoluer vers une optimisation à terme, si les conditions externes le permettent.

Le système d'information proposé devait intégrer la logistique retour. Il est bien évident que le système inclut autant que possible les chaînes amont/aval et dernier/premier mètre.

Automatisme des Phases de Chargement et de Déchargement

Le principe retenu pour cette étude du traitement de l'interface entre les contenants transportés par le TramFret (dont les formats peuvent être traités comme des options – containers – rolls – palettes – besaces – etc.) et le plancher du véhicule est le suivant : emplacements fixes disposant de moyens mécaniques de calage latéral. Dans cette première approche, les équipements proposés doivent être les plus simple possibles, et évoluer vers une automatisation complète à termes, si les conditions externes le permettent.

Les consultants qui ont été retenus pour effectuer les prestations demandées sont :

- **ArteRail** pour l'étude de faisabilité de la transformation du matériel roulant ;
- **Transamo** pour l'étude de faisabilité d'exploitation opérationnelle d'un tramway de marchandises dans un réseau de transport ;
- **A-SIS** (filiale de Savoye et du groupe Legris) pour l'étude de faisabilité de l'équipement et de la réalisation de systèmes d'informations intégrés ;

Savoye pour l'étude de faisabilité de l'équipement et de la réalisation de systèmes d'automatisation des phases de chargement et de déchargement.

Résultats des études

Les études réalisées dans le cadre du programme AuraTrans ont permis au groupement partenarial SEM/STAS/Efficacity de faire avancer le projet TramFret de manière significative en vérifiant les possibilités d'évolution du matériel roulant, d'exploitabilité du système sans impact sur le système de transport de voyageur, mais aussi sur l'intégration des systèmes d'information des chargeurs potentiels du système et ceci, pour les filières les plus cohérentes. Il a également montré que le point critique du chargement et du déchargement du système, point crucial de la friction entre les deux mondes du transport massifié et des opérations de collecte ou de livraison terminale, peut être significativement amélioré et présente de grandes marges de progression pour un système TramFret à plus longue échéance.

Toutes ces avancées ont permis :

- de mettre en œuvre des expérimentations en juin et juillet 2017 sur le réseau stéphanois ;
- d'étudier la possibilité de son implémentation industrielle et son déploiement dans d'autres villes moyennes en France ou à l'international.

Nous détaillons ci-après les principaux résultats de chacune des quatre études réalisées :

Transformation du Matériel Roulant Ferroviaire Urbain

Le travail effectué par ArteRail a permis de définir des scénarios de transformation du matériel roulant STE1 (Tramway de Saint-Etienne) en TramFret.

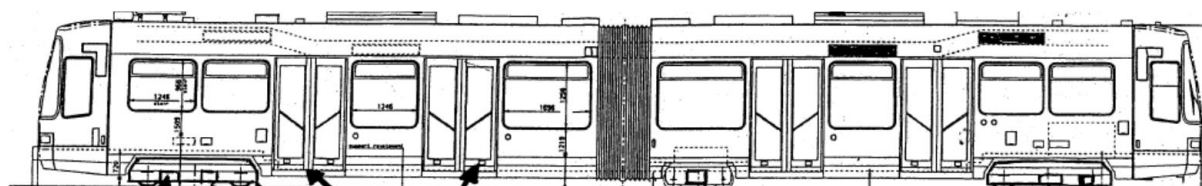


Figure 3 Matériel Roulant STE1 (Source : STAS et ArteRail)

Les scénarios retenus sont décrits sur la figure suivante :

Présentation des scénarios



- 1** **1b** On conserve les ouvertures actuelles de largeur 1,26m, en remplaçant les portes par des rideaux déroulant, avec commande électrique. Les aménagements intérieurs sont démontés

- 2** **2b** Agrandissement des portes existantes à 1,50m, le reste identique à S1

- 3** **3b** Ouverture sur une ou deux faces à 4,50m en supprimant les 2 portes et la baie intermédiaire. Les rideaux déroulants remplacent les portes sur la longueur de 4,50m

- 4** **4b** Ouverture complète sur une ou deux faces.

- 5** Aménagements intérieurs démontés, pelliculage et wagon fret plancher bas en remorquage.

Figure 4 Scénarios de transformation retenus (Source : ArteRail)

En conclusion de ces études, il est ressorti que :

- le modèle le plus économique est le scénario 1 ;
- le plus souple en exploitation est le scénario 3 ;
- les scénarios 4 & 5 n'ont, en revanche, pas été chiffrés car fortement improbables techniquement et entraînant des coûts élevés ;

Néanmoins, on retiendra du scénario 5 qu'il est intéressant car :

- il fournit une surface complémentaire d'environ 18m²,
- c'est un wagon fret banalisé,
- mais qu'il présente un inconvénient majeur, son prix élevé.

En tant qu'ingénierie, ArteRail préconise d'éviter les importantes modifications de structure qui entraîneront des coûts de calcul et d'essais importants, pour les homologations STRMTG.

Exploitabilité du système et insertion ferroviaire opérationnelle

Ces études réalisées par Transamo concernent la faisabilité de l'exploitation opérationnelle de l'insertion de rame(s) TramFret dans l'exploitation voyageurs sur le réseau stéphanois.

L'étude de faisabilité d'insertion d'un tramway de fret dans un système de transport reposant sur une approche à la fois expérimentale et théorique a permis de montrer la faisabilité du projet. En effet, la semaine d'expérimentation a été concluante, au sens où aucun impact significatif sur la circulation des tramways n'a été observé.

La création d'un modèle, calé sur les données SAE mises à disposition par la STAS, a permis de reconstituer la situation existante, c'est-à-dire la circulation de l'ensemble des tramways en périodes creuses assurée par les trois lignes du réseau.

La rame TramFret, a ensuite pu être insérée au modèle, s'arrêtant aux deux arrêts s'inscrivant à la fois dans une aire de pertinence et de faisabilité de livraison. Les résultats de temps de parcours laissent

apparaître des impacts extrêmement faibles sur les temps de parcours des trois lignes de tramways (30 à 60s) très inférieurs à la variabilité des temps observée.

Afin de s'assurer de la fiabilité des résultats, des tests de sensibilité ont été réalisés. Ces derniers sont également concluants, ne montrent aucune incidence sur les temps de parcours des lignes.

En conclusion, insérer un tramway transportant des marchandises au sein du réseau de Saint-Etienne, en heures creuses, n'aurait pratiquement aucun impact sur la bonne exploitation des tramways voyageurs.

Systemes d'information intégrés

Comme rappelé précédemment, cette étude (réalisée par A-Sis) part du principe de l'intégration des systèmes d'information des potentiels chargeurs du système TramFret via l'utilisation des outils déjà en service sur la plateforme de Symplicité. Les résultats en ont été concluants.

Malgré la fermeture définitive de Symplicité, le benchmark réalisé montre bien que le marché est tout à fait à même d'offrir les outils permettant d'intégrer les systèmes de chacun des chargeurs intéressés et de les gérer de manière performante, ainsi que les flux retours correspondants.

Automatisme des phases de chargement et de déchargement

Dans le cadre de l'expérimentation Tram Fret, Savoye, en charge de cette étude, préconise un déploiement des différents principes des échanges entre Tram Fret et le monde extérieur énoncés en amont en 3 grandes étapes :

- une gestion manuelle ;
- une gestion semi-mécanisée ;
- et une gestion mécanisée.

Ce déploiement a été découpé en plusieurs phases dans le but de s'adapter au process au fur et à mesure de l'avancée du projet et de l'identification de contraintes terrain supplémentaires.

Une première gestion manuelle est conseillée afin de favoriser la maîtrise des nouveaux processus dans un premier temps et ainsi de mieux appréhender le système. En effet, les solutions de mécanisation peuvent représenter des coûts R&D très importants, sur des concepts potentiellement peu flexibles sur des projets tels que Tram Fret.

En fonction de l'évolution des flux, une gestion semi-mécanisée est conseillée dans un deuxième temps afin de favoriser une évolutivité.

Enfin, à long terme, une gestion complètement automatisée est préconisée dans le but de s'affranchir d'opérateurs.

7. Principaux enseignements de l'expérimentation St Etienne

Modification du matériel roulant

Le Matériel Roulant (la rame #913) a été mis à disposition par STAS à partir de mai 2017 suite à la mise en circulation des rames CAF. Les modifications « a minima » ont été apportées au MR afin de pouvoir transporter des marchandises (colis, rolls, palettes...). Des équipements spécifiques ont été développés : désynchronisation de l'ouverture des portes de la rame, installation de comble-lacunes aux portes par réutilisation de palettes PMR de bus de la STAS, dispositifs d'arrimage.

Un quai spécifique a été construit dans l'enceinte de Transpôle pour permettre le chargement/déchargement du TramFret.



Figure 5 Quai Amont Transpôle, Equipements, Chargement du TramFret... (Source : Efficacity)

Ces aménagements de la rame ont pu être réalisés par les équipes de la STAS pour un coût inférieur à 20 000€.

Le coût de la construction du quai s'est élevé quant à lui à environ 30 000€.

Agréments STRMTG

Le Ministère et ses services techniques dont le STRMTG ont été associés très en amont aux diverses réflexions sur le projet TramFret. Dès l'expérimentation 2011, les porteurs du projet TramFret, avaient présenté le projet au Bureau de la Régulation et de la Sécurité Ferroviaire, organisme chapeautant le STRMTG et ses déclinaisons territoriales ainsi que l'EPSF.

Pour l'expérimentation à St Etienne, le bureau régional, situé à Grenoble, du STRMTG a été étroitement associé à toutes les réflexions et actions.

La connaissance profonde du sujet et le travail commun du Groupement Partenarial a créé un cadre constructif et de nombreuses séances de travail ont permis d'arriver à la validation des autorisations exceptionnelles d'exploitation. Le STRMTG a ainsi donné son accord et les DDM ont été acceptées pour chacune des deux expérimentations, réalisées sur quais voyageurs.

Bilan des livraisons de marchandises effectuées

Le chargeur de cette phase expérimentale était comme précédemment indiqué le Groupe Casino, et plus particulièrement son département Proxy. Acteur incontournable à St Etienne, il a validé la décision de réaliser des expérimentations de très courte durée, mais en conditions réelles pour la livraison de deux magasins Carnot et Place du Peuple. Ces expérimentations appelées « Sprint » se sont tenues en juin et juillet 2017. Les Sprints devaient proposer des évolutions significatives des configurations testées.

Le Sprint 1, s'est déroulé du 13 au 15 juin, basé sur une organisation du matin avec départ du TramFret de Transpôle à 6h14. Deux portes de la rame 913 étaient équipées. La capacité était de 12 rolls par tournée. Au total, l'expérimentation a livré 29 rolls, c'est-à-dire 9,5t de produits secs et de boissons en utilisant des rolls de type Foldia ;

Le Sprint 2, s'est déroulé du 3 au 5 juillet, passant à 4 portes équipées et permettant l'emport de 15 à 18 rolls. Les points de livraison sont restés inchangés, mais le passage du TramFret s'effectuait à des horaires de livraison du soir, vers 19h30, c'est à dire pour un départ du dépôt Transpôle aux alentours de 19h15. Le TramFret a réalisé la livraison, à l'heure prévue, de 22 rolls c'est-à-dire de 7,2t de marchandises avec des rolls de type basique.

Laboratoire d'usages LUPI « dernier mètre »

Pour aider à la mise en place de l'expérimentation TramFret à Saint Etienne, la démarche s'est adossée à un LUPI (Laboratoire des Usages et Pratiques Innovantes), processus d'innovation déployé par la Cité du Design de Saint-Etienne : à mi-chemin entre Design & Développement.

Cette méthodologie prospective, d'une durée de 3 mois, vise à explorer une thématique donnée, et à valider des concepts, produits ou services auprès des usagers. Dans le cadre de ce premier laboratoire, la problématique cruciale du « dernier mètre » dans la logistique urbaine a été abordée.

Le dispositif intègre trois ateliers spécifiques conduits par un design manager et plusieurs designers, la conduite d'observations terrain menées par les participants eux-mêmes et l'identification de scénarios d'usage en lien avec l'investigation menée.

A titre d'exemple, le schéma suivant représente, dans le cas de l'expérimentation stéphanoise et concernant une livraison sur quai voyageurs, ce qu'est et ce que pourrait être « l'écosystème dernier mètre » du TramFret. La rame aménagée a minima avec des services de type « à quai » ou « porte à porte ». Ces spécificités s'intègrent dans une vision globale de la logistique urbaine et de la mutualisation des acteurs y participant.

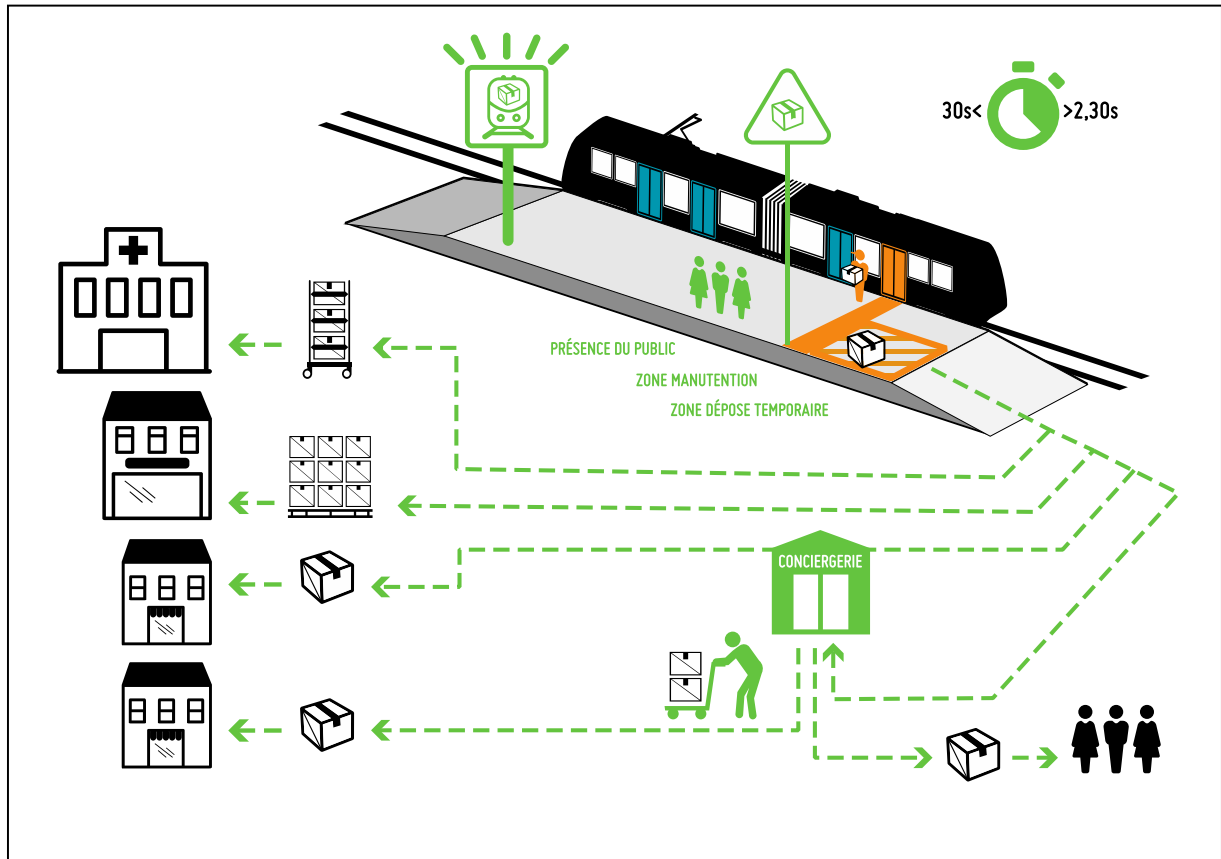


Figure 6 Schématisation de l'Ecosystème des Derniers Mètres du TramFret (Source :LUPI « dernier mètre TramFret » Cité du Design 2017)

Le cadrage précis et méthodique de la problématique traitée a permis d'obtenir une image claire des scénarios d'usage du concept TramFret. L'ensemble des concepts croisés avec les scénarios imaginés comme des briques « service » qui pourraient être associées librement pour créer dans un dernier temps une offre TramFret sont synthétisés dans la matrice croisée ci-dessous : elle comprend en abscisse le schéma logistique retenu (BtoB à BtoC) et en ordonnée la possible répartition biens et personnes (100% Passagers vers 100% Marchandises).

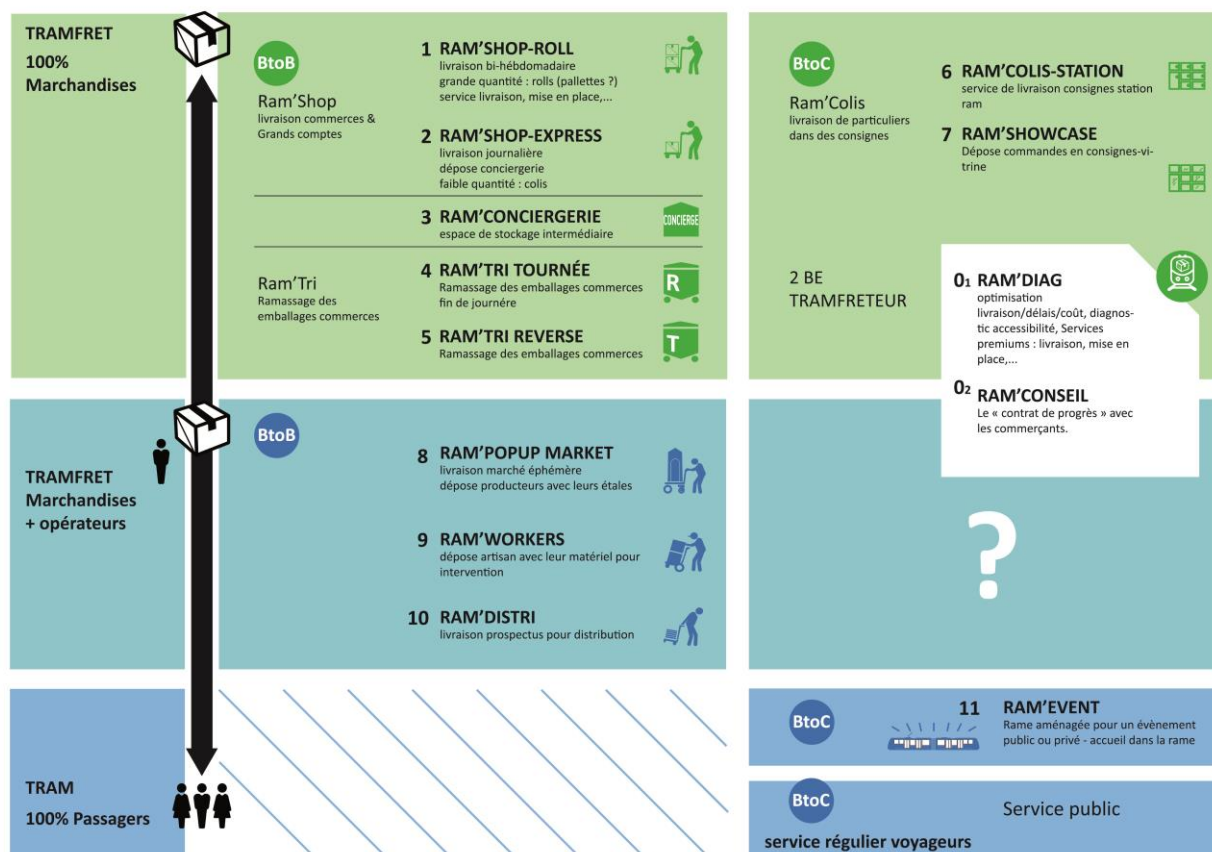


Figure 7 Matrice des briques de services associés au TramFret (Source LUPI TramFret « Dernier Mètre » - Cité du Design)

Modèle économique

Les premières analyses sur le modèle économique, confortées par les résultats de l'étude réalisée par le Laboratoire d'Usage de la Cité du Design (voir ci-dessus) ont permis de mettre en évidence les forces et les faiblesses du « produit » TramFret.

Parmi ses forces, on citera :

- Une capacité d'emport significative pour un coût de transformation des rames très réduit (en phase expérimentation, hors modification de la motorisation).
- La sécurisation des livraisons : TramFret est indépendant des contraintes de circulation, il bénéficie d'horaires garantis. Il n'a pas non plus à tenir compte des restrictions qui pourraient exister sur la circulation des poids lourds et des véhicules utilitaires légers (« livraisons interdites »...). De la même façon, son mode de traction électrique et son site propre lui permettent de circuler même en cas de pic de pollution ou de chute de neige.
- La fréquence et la répétitivité des livraisons : si TramFret ne peut s'arrêter longtemps pour charger ou décharger de la marchandise (de 6 à 10' suivant les heures), il a par contre la particularité de circuler tous les jours sur le même itinéraire, ce qui permet de livrer tous les jours, voire de se « rattraper » au retour.
- Une image positive : son mode de traction, électrique, est silencieux et non polluant. Le recyclage, pour mettre en place ce service d'une rame en fin de vie permet aussi de mettre en avant les principes de l'économie circulaire.

Ses faiblesses, sont similaires à celles que l'on retrouve dans les centres de distribution urbains (CDU, tels SympliciTé) : elles portent à la fois sur l'ajout d'une ou deux ruptures de charges et sur l'intensité de main d'œuvre nécessaire pendant une courte période de la journée.

Cette analyse nous a conforté dans la vision d'un TramFret système intégré et nous a conduit à la double conclusion que le TramFret devait se positionner dans le transport de marchandises à « haute valeur ajoutée » et qu'il devait pouvoir s'accompagner de services de livraison du dernier mètre personnalisés ainsi que de la logistique retour afférente.

Une première grille tarifaire a donc été établie sur ces principes : il est proposé de transporter des rolls, des palettes et des petits colis et les services sont soit des livraisons sur le quai du tramway, soit des livraisons à la porte du client.

Nb Jours	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20	1 mois 20
Recettes en euros												
Prix du petit colis (moins de 30 kg)	5	5	5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Prix du Roll	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Prix de la palette	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Petits Colis					5	5	20	20	40	40	40	40
Rolls	12	12	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Palettes											6	6
Recettes par jour	126	126	252	252	265	265	302	302	352	352	502	502
Recettes mensuelles	2 520	2 520	5 040	5 040	5 290	5 290	6 040	6 040	7 040	7 040	10 040	10 040
Coûts d'exploitation en euros												
Service	à quai	Porte à P.	à quai	Porte à P.	à quai	Porte à P.	à quai	Porte à P.	à quai	Porte à P.	à quai	Porte à P.
Nombre de rotations	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Heures logisticien	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
Cout par jour	-165	-245	-251	-331	-251	-331	-251	-331	-251	-331	-336	-416
Déficit/j	-39	-119	1	-79	14	-66	51	-29	101	21	166	86
Cout mensuel	-3309	-4909	-5017	-6617	-5017	-6617	-5017	-6617	-5017	-6617	-6726	-8326
Bilan mensuel	-789	-2 389	23	-1 577	273	-1 327	1 023	-577	2 023	423	3 314	1 714
Marge	-24%	-49%	0%	-24%	5%	-20%	20%	-9%	40%	6%	49%	21%

Figure 8 Simulations financières de l'atteinte du petit équilibre par le TramFret (Source : Efficacity)

Il convient toutefois de noter que ces éléments financiers sont à prendre avec précaution. En effet, non seulement ceux-ci peuvent être variables d'une ville et d'une région à l'autre, mais ils peuvent également varier selon les filières concernées.

Cette grille a néanmoins permis de réaliser un certain nombre de tests de sensibilité (voir ci-dessus) qui montrent que le petit équilibre est atteignable pour un volume raisonnable de marchandises transportées.

Dans le cas stéphanois, cette première grille tarifaire a été présentée aux clients potentiels sans générer de réaction particulière. La difficulté a plutôt été d'obtenir de leur part des engagements fermes, face à un service qui se voulait avant tout expérimental et auquel il manquait un opérateur du dernier mètre.

8. Intérêt d'autres métropoles pour le projet TramFret

Au niveau national, Nantes, Montpellier, Bordeaux, Strasbourg, Marseille, Grenoble, voire la Région IdF (en particulier le CD93 et Paris), Lyon et Tours ont déjà exprimé leur intérêt.

De même au niveau européen, Zurich, Dresde, Vienne, Florence, Belgrade, Manchester, Prague et au niveau mondial, St Pétersbourg et Hong-Kong, suivent avec attention nos avancées sur les sujets suivants :

- La répliquabilité sur leur territoire du TramFret, prenant en compte les spécificités propres aux différences de configurations géographiques et des systèmes par rapport à St Etienne ;
- Le tramway et ses adaptations avec la mise en place d'une nouvelle filière industrielle basée sur l'économie circulaire du recyclage de matériel roulant promis à déconstruction, les contenants et l'optimisation des phases de chargement/déchargement ;
- Les filières et les flux concernés, les réserves de capacité offertes par les réseaux considérés (réseaux actuels et prévus), les modèles prévisionnistes à développer et la définition des plans opérationnels à adopter ;
- Les structures juridico-financières adaptées à la mise en place de tels systèmes et les modèles d'affaires associés, incluant l'identification et la valorisation des externalités.

9. Conclusions et perspectives

Le projet TramFret porté aujourd'hui par Efficacity répond à de forts enjeux, dans un contexte marqué pour les décennies à venir à la fois par le renforcement des ambitions de transition énergétique et environnementale, et un développement important des flux de marchandises en ville, notamment lié à l'explosion du e-commerce. Son ambition est de promouvoir un outil de report modal décarboné, s'appuyant sur la mutualisation des infrastructures dans la perspective de leur mise en réseau progressive, ainsi que sur une filière industrielle permettant le recyclage du matériel roulant devenu mal adapté au transport des voyageurs.

Le premier test expérimental de 2011 sur la ligne T3 Sud de Paris, puis la réalisation d'un démonstrateur pour la COP 21 avaient renforcé de manière significative la visibilité de ce projet, et constitué une étape importante vers une expérimentation grandeur nature.

Les résultats obtenus à St Etienne, tant sur l'expérimentation elle-même que sur les nombreuses thématiques connexes abordées, ont confirmé les faisabilités technique et opérationnelle du projet. L'analyse du modèle économique, dans le cadre stéphanois, a montré un coût très limité de la transformation des rames et la possibilité de s'approcher du petit équilibre et ainsi de pérenniser le système à un coût abordable, même sans valoriser les externalités positives (environnementales, sanitaires, attractivité ...) du projet.

Cette première expérimentation grandeur nature du TramFret en France ouvre donc la voie à de nouvelles expérimentations sur des territoires volontaires qui approfondiront notamment son modèle économique, puis à des déploiements industriels dans les métropoles qui trouveront un ensemble de motivations fortes pour introduire ce système : problème de qualité de l'air, problème de congestion du centre-ville, mise en place d'un système intégré de logistique urbaine, réseau de tramways irriguant des zones de consommation, etc.

L'opportunité est à saisir maintenant car un important stock de rames à recycler devrait être disponible entre 2018 et 2025, qui pourrait asseoir la faisabilité d'une nouvelle filière industrielle et des déclinaisons régionales du projet TramFret sur les réseaux compatibles avec ce matériel roulant. Ce stock reste à déterminer plus précisément, ainsi que les échéances de sa disponibilité et les coûts afférents (réseau concerné, nombre de rame, type de matériel...).

Toute la démarche TramFret, tous les verrous et incertitudes qui ont commencé à être levés au cours des dernières années sur les faisabilités technique, opérationnelle et économique, ont permis de mettre en évidence que ce concept méritait d'être développé. L'esprit d'innovation et le volontarisme affirmé de nombreux acteurs, Etat, grandes agglomérations, opérateurs de transports publics, chargeurs, de se tourner vers de nouveaux paradigmes pour une logistique urbaine durable qu'elle soit ferroviaire, fluviale ou routière, devrait en toute logique permettre au TramFret de déboucher sur une mise en œuvre opérationnelle dans les années à venir.