



**HAL**  
open science

# Optimisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto

Steve Almosni

► **To cite this version:**

Steve Almosni. Optimisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto. Gestion et management. 2008. dumas-00731878

**HAL Id: dumas-00731878**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00731878>**

Submitted on 13 Sep 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Almosni Steve  
ENTPE 53<sup>ème</sup> promotion  
Master TURP, 16<sup>ème</sup> promotion

Jury:  
Président de jury – Patrick Bonnel (LET)  
Maître de stage – Luis Simão  
Experts – Bruno Faivre d’Arcier  
François Ravez

E



A



D



C

B

# [ OPTIMISATION DE LA CHAÎNE D'EXPLOITATION DU METRO DE PORTO ]

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES

Transdev Porto  
Mai à Août 2008

## Fiche Bibliographique

<b>[Intitulé du diplôme]</b> Master Professionnel Transports Urbains et Régionaux de Personnes (TURP)		
<b>[Tutelles]</b> - Université Lumière Lyon 2 - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE)		
<b>[Titre]</b> Optimisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto		
<b>[Sous-titre]</b>		
<b>[Auteur]</b> Steve Almosni		
<b>[Membres du Jury (nom et affiliation)]</b> Patrick Bonnel, Master TURP Bruno Faivre d'Arcier, Master TURP Luis Simão, Maître de stage Transdev Porto François Ravez, Expert SEMITAG		
<b>[Nom et adresse du lieu du stage]</b> TRANSDEV (PORTUGAL) TRANSPORTES, LDA. Rua do Ferroviário Gatões, Guifões 4460-020 MATOSINHOS		
<b>[Résumé]</b> Depuis 2002, Transdev est l'exploitant du métro de Porto, métro dont la réalisation est très récente. Ce réseau s'est fortement développé en quelques années : 5 lignes sont aujourd'hui présentes, construites en l'espace d'une décennie. Ce projet s'est donc mis en place très rapidement, et pour l'accompagner, Transdev souhaite aujourd'hui être meilleure dans la mission qui l'occupe. En effet, Transdev souhaite à présent perfectionner son exploitation du métro de Porto répondant ainsi à des enjeux forts comme l'amélioration des méthodes de travail en interne à l'entreprise, mais également tel que la capacité à s'adapter toujours un peu plus à la flexibilité caractéristique des transports urbains. Le but de cette étude est alors d'analyser dans un premier temps l'ensemble des rouages qui régissent le système de l'exploitation du métro de Porto. Cette étude se penchera ensuite sur l'identification des lieux d'optimisation du système. Enfin, en troisième lieu, il s'agira de proposer quelques pistes à partir desquelles une meilleure exploitation peut s'établir.		
<b>[Mots clés]</b> Optimisation de la chaîne d'exploitation	<b>Diffusion :</b> - papier : [oui/non]* - électronique : [oui/non]* (* : Rayer la mention inutile)  <b>Confidentiel jusqu'au :</b> Septembre 2011	
<b>[Date de publication]</b> Septembre 2008	<b>[Nombre de pages]</b> 98	<b>[Bibliographie (nombre)]</b> 9

## Publication data form

<b>[Entitled of Diploma]</b> Master Degree Diploma in Urban and Regional Passenger Transport Studies		
<b>[Supervision by authorities]</b> - Université Lumière Lyon 2 - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE)		
<b>[Title]</b> Optimization of the Porto Metro operation supply chain		
<b>[Subtitle]</b>		
<b>[Author]</b> Steve Almosni		
<b>[Members of the Jury (name and affiliation)]</b> Patrick Bonnel, Master TURP Bruno Faivre d'Arcier, Master TURP Luis Simão, Internship advisor Transdev Porto François Ravez, Expert SEMITAG		
<b>[Place of training]</b> TRANSDEV (PORTUGAL) TRANSPORTES, LDA. Rua do Ferroviário Gatões, Guifões 4460-020 MATOSINHOS		
<b>[Summary]</b> Since 2002, Transdev has been in charge of operating Porto tramway, a tramway which the realization is very recent. Within some few years, this transport network has grown up very fast: today, there are five lines opened to passengers, those one built in just 6 years. Therefore, this transport project was established very quickly, and, to take part of this development, Transdev wishes today to be better in his current mission.  In fact, Transdev aims to develop his Porto tramway operation not only in a view to progress in intern organization management, but also to be more and more able to adapt his mission to the urban transportation flexibility strong aspect.  Therefore, this internship had the objective to make a research on opportunities for Transdev to improve his results in operation of Porto tramway. That means that in a first step, the present study will detail the mechanisms of Porto tramway operation. Then, it will deal with the identification of the improvement issues of this mechanism. At the end, with this previous diagnostic of the tramway operating chain, it will propose some directives to concretely optimize the system		
<b>[Key Words]</b> Optimization of operation supply chain	<b>Distribution statement :</b> - Paper : [yes / no] - Electronic : [yes / no] (* Scratch the useless mention)	<b>Declassification date :</b> September 2011
<b>[Publication date]</b> September 2008	<b>[Nb of pages]</b> 98	<b>[Bibliography]</b> 9

## Sommaire

---

Fiche Bibliographique .....	2
Publication data form .....	3
Sommaire .....	4
Remerciements .....	5
Introduction.....	6
Préambule : Cadre de l'étude .....	7
Partie 1: L'exploitation d'un réseau de transports, le métro de Porto .....	13
Partie 2: La chaîne d'exploitation du métro de Porto, ses possibles lieux d'améliorations .....	47
Partie 3: La chaîne d'exploitation du métro de Porto, pistes d'amélioration .....	66
Conclusion.....	81
Bibliographie.....	83
Index.....	85
Table des illustrations.....	88
Annexe 1: Organigramme Transdev Portugal.....	91
Annexe 2: Organigramme de la direction de l'exploitation .....	92
Annexe 3: Quelques documents d'exploitation du métro de Porto.....	93
Annexe 4: Détail de la modélisation performances de la chaîne d'exploitation du métro de Porto .....	96
Annexe 5: Base salariale .....	98

---

## Remerciements

---

L'étude qui va suivre fait l'objet de mon travail de fin d'études. En dernière année à l'ENTPE de Lyon, et élève du Master TURP de l'université Lumière Lyon 2, ce travail de fin d'études représente l'aboutissement de mes cinq dernières années estudiantines. Le projet que j'ai pu mener ces quatre derniers mois au sein de Transdev Porto est par conséquent d'une importance capitale dans le cadre de ma formation universitaire. C'est pourquoi, au préalable de quelque étude, je voudrais remercier certaines personnes sans qui ce projet n'aurait pas pu être conduit.

Tout d'abord, j'aimerais remercier les équipes présentes au sein de Transdev Porto pour leur disponibilité. En effet, touchées par un mouvement de grève qui réduit fortement leur disponibilité, ces équipes ont malgré tout porté attention à mes préoccupations, avec cordialité et sympathie.

Dans le même sens, je souhaiterais exprimer toute ma gratitude envers ma direction des ressources humaines (Sandra Chopinaud, Filipe Lima et Arménio Raimundo) pour avoir porté attention à mes préoccupations et mes interrogations.

Je suis également très reconnaissant des conseils techniques et managériaux que m'ont donné messieurs Jorge Aguiar, Gil Espanhol, Celso Barbosa et mon tuteur de stage Luís Simão, qui, malgré leur charge de travail importante, m'ont consacré du temps lorsque je les ai sollicités.

Par ailleurs, plus largement, je souhaiterais remercier Transdev DDIB pour m'avoir donné l'opportunité d'acquérir une expérience forte à l'étranger, expérience pendant laquelle j'ai pu développer outre des savoir-faire techniques sur l'exploitation des transports, des connaissances culturelles et des compétences linguistiques.

Plus personnellement, je suis gratifiant envers mes amis et ma famille qui, malgré une certaine distance géographique, ont, pendant de stage, toujours été proches de moi.

Enfin, je ne pourrais achever ces remerciements sans témoigner de ma gratitude envers Messieurs Bonnel et Faivre d'Arcier, responsables du master TURP, qui m'ont non seulement donné la chance de suivre leur formation (formation qui s'est avérée très utile pour l'étude que j'ai pu mener pendant ce stage), mais qui m'ont également éclairé et donné de précieux conseils tout au long de cette période de stage.

## Introduction

---

Les transports en commun sont aujourd'hui au cœur des questions liées aux problématiques du développement durable de nos sociétés. Composante essentielle du développement des territoires, les exigences auxquelles doit se contraindre le développement des transports en commun sont de plus en plus fortes : assouvir un besoin de mobilité des populations de plus en plus élevé, faire face à des contraintes de protection de l'environnement de plus en plus strictes, et respecter un certain budget financier limité. Le développement actuel des transports en commun repose donc essentiellement sur la jonction de ces trois aspects, environnementaux, sociaux et économiques.

Pour répondre efficacement à l'ensemble des contraintes auxquelles il doit se soumettre, le développement des transports en commun est de plus en plus stratégique. Cette stratégie s'opère à la fois au niveau de la définition, de la planification et de l'organisation d'un réseau de transports, mais également sur la manière dont le réseau ainsi conçu sera exploité. L'étude sur laquelle nous allons nous intéresser dans ce document se propose de réfléchir sur cette seconde vision de cette stratégie de développement.

L'exploitation d'un réseau de transports représente un volet essentiel dans la stratégie que doit adopter l'entité organisatrice du réseau en question. Au même titre que la planification, l'exploitation d'un réseau de transports se doit d'être réfléchie et intelligente. Nous pouvons alors soulever la question de savoir comment rendre réellement pertinent l'exploitation d'un réseau de transports. Quels sont les leviers à partir desquels il est possible d'opérer sur un réseau de manière avisée pour le rendre meilleur ?

A l'instar d'une industrie, l'exploitation d'un réseau de transports se base à la fois sur une organisation humaine, et sur une organisation matérielle, le tout formant un mécanisme industriel, une chaîne d'exploitation. Un des premiers leviers sur lequel nous pourrions nous pencher serait justement de s'intéresser à cette chaîne d'exploitation : à quel degré cette chaîne influence t'elle les performances de l'exploitation ? Participant inévitablement au bon fonctionnement du réseau, comment alors optimiser une chaîne d'exploitation ?

Pour tenter de répondre à ces questions, nous allons nous baser sur l'exemple du métro de Porto. En effet, Transdev, actuel exploitant de ce réseau, mène un projet visant à perfectionner son système d'exploitation. Ce projet sera donc le modèle à partir duquel nous allons conduire nos analyses et obtenir nos différents résultats.

---

## Préambule : Cadre de l'étude

---

En introduction, nous venons de soulever la problématique qui fera l'objet de la présente étude. Celle-ci se rapporte au fonctionnement de l'exploitation d'un réseau de transports, et pose la question de savoir comment optimiser sa chaîne d'exploitation.

Notre étude va se baser sur le cas concret de l'exploitation du métro de Porto, aujourd'hui géré par l'entreprise Transdev. Afin de poser des bases solides à l'ensemble de ce travail, nous allons dans un premier temps nous attarder sur une définition plus précise du projet. Ainsi, avant d'entrer dans le détail de la problématique soulevée, nous allons tout d'abord cadrer notre étude en explicitant l'objectif final du projet ainsi que les enjeux qu'il représente pour le commendant, Transdev.

Ensuite, en connaissance de ces quelques éléments essentiels à la bonne conduite de projet, nous pourrons alors bâtir une méthodologie de travail, dont le détail sera exposé au terme de ce préambule.

### I. Enjeux – Objectifs de l'étude

#### 1. Enjeux

L'étude que nous allons mener dans la suite du rapport est réalisée dans le cadre d'un important projet pour Transdev. Transdev est aujourd'hui, et depuis 6 ans, l'exploitant du nouveau réseau de métro léger dont s'est dotée l'agglomération portugaise en 2002. Considéré comme une référence par ses paires, l'exploitation du métro de Porto demande quelques importants investissements de la part du personnel de Transdev. Ainsi, bien que le système fonctionne et qu'il soit entièrement reconnu, il reste essentiel pour l'entreprise qui en a la charge de toujours chercher à optimiser ses performances internes au moyen d'une réflexion sur ses méthodes de travail. Ce point, relatif à l'augmentation de l'efficacité du travail de Transdev, représente l'un des forts enjeux expliquant l'existence de ce projet.

Par ailleurs, l'exploitation d'un réseau de transports urbains demande quelques capacités en termes de flexibilité et d'adaptabilité à la demande des usagers du réseau. Le métro de Porto est un récent système de transport qui se base à l'origine essentiellement sur une vision et sur des perceptions assez proches d'un réseau ferroviaire. Or l'exploitation d'un réseau de

transports ferroviaires et l'exploitation d'un métro en zone urbaine ne demandent pas les mêmes compétences et les mêmes méthodes de travail. Ainsi, Transdev place aujourd'hui une très grande importance dans la nécessité d'adapter de plus en plus son exploitation du métro de Porto à une exploitation de transports urbains, avec toute la souplesse et l'élasticité requises. Ce second point, relatif à une transformation progressive des mentalités et du système de travail global représente le deuxième fort enjeu qui justifie la conduite de notre étude.

## 2. Objectifs

L'étude que nous allons mener traite de l'optimisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto. Cela fait effectivement maintenant plus de 6 ans que Transdev exploite le métro de Porto, 6 ans que le réseau grandit d'années en années, et donc 6 ans que Transdev cherche à perfectionner son système d'exploitation.

Aujourd'hui, suite à l'observation de quelques simples indicateurs de performances, Transdev a décidé de se doter d'une équipe pour revoir le mode de fonctionnement de la chaîne d'exploitation du métro qu'elle gère. Ce projet répond à un réel besoin : la simple observation des quelques difficultés internes rencontrées lorsqu'il est demandé de modifier le service de transports offert suppose l'existence de lieux à améliorer dans l'organisation interne de l'entreprise et dans ses méthodes de travail.

En fait, L'exploitation est un domaine du transport où les acteurs sont nombreux et en constante communication. Entre la commande émise par Metro do Porto et l'affichage des horaires de passage des rames de métro, il y a au sein de l'exploitation tout une communication entre trois principaux organes dont les interfaces sont décisives.

Ces trois organes sont :

- la planification de l'offre
- les ressources humaines
- la régulation de l'offre

Ces trois organes sont nécessaires à la bonne gestion de l'exploitation, autant au niveau préventif, en amont, qu'au niveau curatif, au quotidien. Dans chacun de ces organes, il y a des métiers bien spécialisés où l'action de l'un dépend assez largement de l'action de l'autre et vice versa. Or, aujourd'hui, les mécanismes de communication entre les acteurs de ces différentes unités peuvent être meilleurs.

Ainsi, l'objectif de ce stage est d'accroître la productivité de Transdev en améliorant l'ensemble du mécanisme de son intervention dans l'exploitation et la maintenance du métro de Porto.

Il s'agit plus précisément d'identifier l'ensemble des lieux sensibles du système afin d'être en mesure de rédiger un cahier des charges pour l'amélioration de la chaîne d'exploitation. Celui-ci permettra de mettre en place, dans les faits, un nouveau système pour le fonctionnement de la chaîne d'exploitation.

## II. Méthodologie

### 1. Organisation humaine

Le pilotage et la mise en place effective d'un projet, quelle que soit sa dimension et sa nature font intervenir un jeu d'acteurs où chacun doit trouver sa position. C'est donc également le cas pour le projet consistant à rendre meilleure la chaîne d'exploitation d'un réseau de transports, en l'occurrence celle du métro de Porto.

Dans un projet, il y a un maître d'ouvrage et un maître d'œuvre des exécutions. Dans le cas de notre projet, nous pouvons trouver ce même schéma, schéma garantissant la cohésion de l'ensemble du groupe :

- le maître d'ouvrage est Transdev,
- le maître d'œuvre dépend des travaux qu'il y a à effectuer. En général, pour des projets qui touchent à des aspects assez techniques, il s'agit de Transdata Exploitation, filiale du groupe Transdev.
- enfin, notre étude étant plutôt tournée vers des aspects techniques de la chaîne d'exploitation, nous devons alors considérer les fournisseurs comme les installateurs des composants.

Ces trois acteurs font partie du squelette du projet : c'est la base de tout ce qui va suivre dans le reste de l'étude. Mon rôle au sein de cette organisation est plus transversal et vise à participer à la bonne vision du projet et à sa de coordination.

### 2. Organisation temporelle

En plus d'une certaine coordination entre tous ses protagonistes, la gestion d'un projet demande une organisation dans le temps. La gestion du projet d'optimisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto peut être découpée en plusieurs phases :

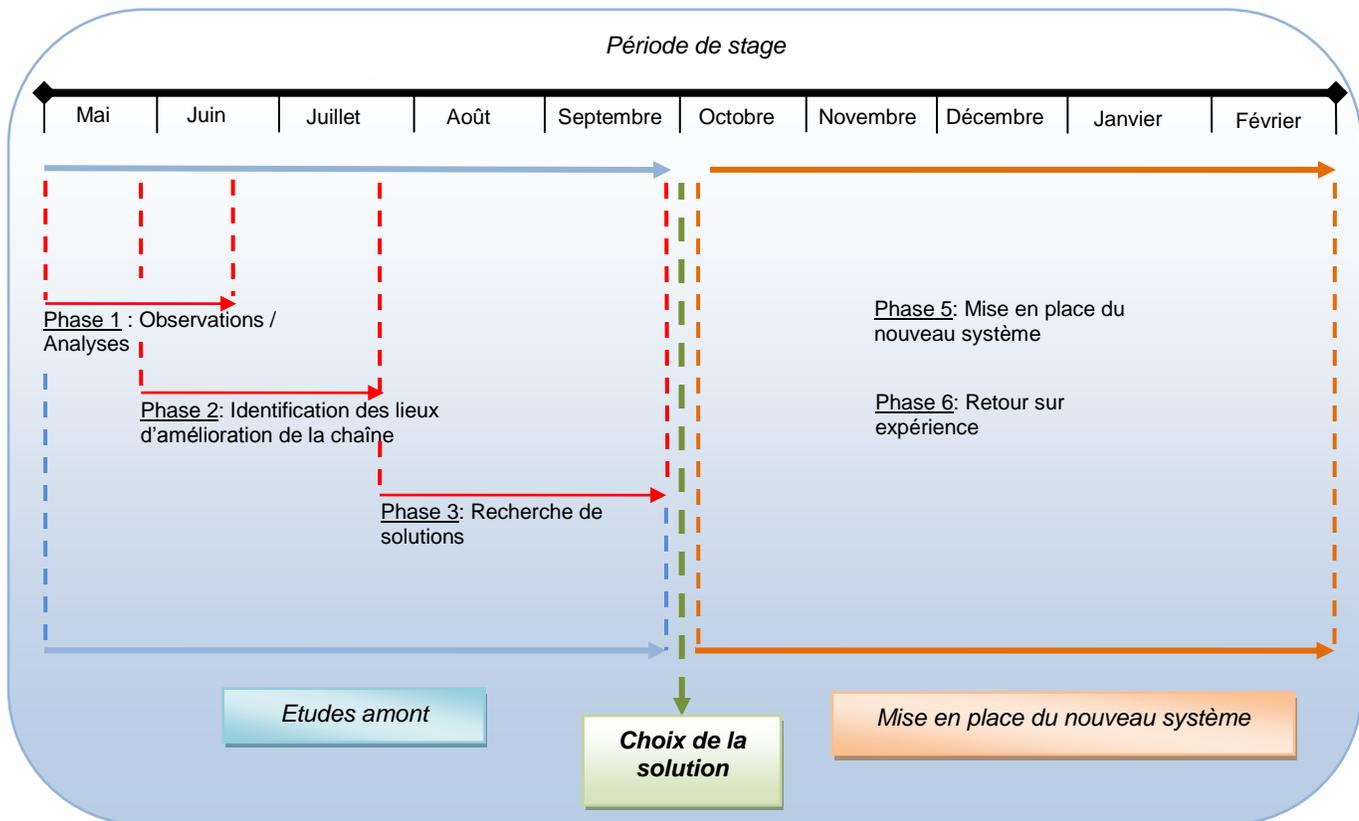
- Phase 1 : observation et analyse de l'exploitation
- Phase 2 : Identification des lieux d'amélioration de la chaîne d'exploitation
- Phase 3 : recherches de solutions pour améliorer le système
- Phase 4 : choix d'une solution – rédaction du cahier des charges de la nouvelle infrastructure
- Phase 5 : mise en place du nouveau système
- Phase 6 : retour sur expérience

Chaque phase représente un pas dans l'aboutissement final du projet. Mais chacune de ces phases demande un certain temps qu'il est intéressant de juger.

Je me suis engagé auprès de Transdev en tant que stagiaire pour une durée de 10 mois, 10 mois pendant lesquels le projet d'optimisation de la chaîne d'exploitation doit être passé par toutes ces phases.

La nature des différentes phases recensées précédemment ne fait pas référence aux mêmes caractéristiques du projet. Les premières phases, 1 à 4, concernent principalement les études de projet (diagnostic de la situation, recherche des solutions et études de faisabilité pour chacune d'elle), alors que les suivantes sont bien plus opérationnelles. Pour planifier le déroulement de l'ensemble du projet, il serait alors intéressant de scinder en deux le temps qui nous est imparti, 10 mois, entre ces stades.

Voici ci-dessous une proposition de planning pour notre étude :



*Figure 1 : Planning du projet*  
*Source : Steve Almosni*

Nous voyons que le détail du planning s'arrête au niveau du choix de la solution. En effet, la planification de la seconde partie dépend assez largement de l'état d'avancement de la première. Or, cette première partie du projet est sujette à de nombreux aléas, classiques dans le milieu de l'exploitation :

- l'éventuelle indisponibilité de certains des acteurs concernés par le projet, qu'il est délicat d'anticiper plusieurs mois à l'avance,
- des cas de grève au sein du personnel de Transdev qui déstabilisent assez fortement l'ensemble des plannings de la direction,
- et plus généralement des situations toujours inédites caractéristiques de l'exploitation d'un réseau de transports.

Ce planning montre également que le projet ne peut pas se mener en 4 mois seulement. Or, l'étude qui va suivre portera sur 4 mois d'expérience au sein de Transdev Porto. Nous devons donc être prudents quant à l'expression de notre méthodologie et de nos futurs résultats.

En fait, la méthodologie que nous allons suivre dans notre étude est plus ou moins tracée par les différentes séquences du planning.

Dans un premier temps, cette étude détaillera le fonctionnement de la chaîne d'exploitation du métro de Porto. Nous pourrions alors identifier l'ensemble des rouages, ainsi que l'ensemble des acteurs formant la chaîne d'exploitation. Cette première étape servira ensuite de base à l'étude plus approfondie des lieux du mécanisme qui ne sont pas aujourd'hui les plus productifs pour Transdev. En troisième volet de cette étude, nous étudierons les possibilités d'amélioration de la chaîne d'exploitation. Nous verrons à ce stade de l'étude notre état d'avancement dans le projet. Nous comparerons alors nos résultats avec le planning prévisionnel sur lequel nous nous sommes penchés précédemment.

Il est certain que l'ensemble du projet ne sera pas achevé à la fin de cette étude. Nous nous intéresserons alors sur ses perspectives d'avenir et sur ses pistes d'évolution.

---

## **Partie 1: L'exploitation d'un réseau de transports, le métro de Porto.**

---

L'exploitation d'un réseau de transports peut être définie comme la gestion d'un ensemble d'infrastructures (matériels mobiles et installations fixes) et d'un ensemble d'activités humaines, permettant à des individus de se déplacer librement sur un espace donné. Cette définition peut s'adapter aussi bien à l'exploitation d'un réseau de transports en commun urbains, interurbains, qu'à l'exploitation d'un réseau routier, maritime ou aérien. Dans notre étude, nous allons cependant nous focaliser sur l'exploitation d'un réseau de transports en commun urbains, et plus précisément de l'exploitation d'un réseau de métro léger. Dans cette partie, notre but sera d'identifier clairement l'ensemble du mécanisme mis en place dans l'exploitation d'un métro. Pour ce faire nous allons nous baser sur l'exemple du métro de Porto, métro léger qui dessert la ville de Porto ainsi que l'ensemble de son agglomération.

Bien que chaque réseau de transport possède ses propres caractéristiques ainsi que son propre mode de fonctionnement, il n'en reste que l'idée globale de l'exploitation reste similaire. C'est pourquoi, à partir des illustrations de l'exploitation du métro de Porto, nous établirons une analyse sur la manière dont sont exploités les réseaux de transports urbains en général. Nous ne manquerons toutefois pas de préciser, si nécessaire, les limites quant à généraliser systématiquement les pratiques de l'exploitation du métro de Porto à celles d'autres réseaux.

Afin de construire une analyse fine de la manière dont peut être exploité un réseau de transports, nous allons comparer son mode de fonctionnement à celui d'une industrie, ou d'une industrie : nous allons revenir aux bases du concept du métier de l'exploitation pour affiner de fil en aiguille l'analyse de son fonctionnement. Cette première étude nous sera utile dans le cadre de notre problématique. En effet, notre problématique portant sur l'optimisation du système d'exploitation d'un réseau de transports, il me paraît opportun d'avoir un regard « industriel » sur ce système : quelles sont les origines du système ? Comment se met-il en place ? Quels en sont les acteurs ?

Ces questions, ajoutées à d'autres, nous permettront de porter une analyse très conceptuelle de l'objet « exploitation d'un réseau de transports », regard qui pour la suite de l'étude nous permettra d'identifier les points faibles du système.

Ainsi, dans un premier temps, nous nous intéresserons aux caractéristiques fondamentales de l'exploitation d'un réseau de transports, puis nous identifierons pas à pas l'ensemble de la chaîne « industrielle » qui, à partir d'une certaine entrée en début de chaîne, permet le déplacement d'individus sur un espace donné en fin de chaîne.

## I. Le concept de l'exploitation : zoom x 0

### 1. Le principe fondamental

Dans cette partie nous allons nous intéresser à la conception même de l'exploitation d'un réseau de transport. Pour cela, nous allons nous détacher un moment de la nature immatérielle de cet objet pour en avoir une approche plus systémique. Isolons donc le système « exploitation des transports », et étudions la manière dont a pu être conçu cet objet.

L'existence d'objet, quel qu'il soit, quelle que soit sa nature exprime un besoin : son utilisation vise à satisfaire le besoin de son utilisateur. De cette idée essentielle à l'existence d'un objet, naît un ensemble d'études nécessaires à sa conception, et permettant soit de dimensionner l'objet, soit de l'améliorer. Ce procédé peut être appliqué à des choses très matérielles : pourquoi ont été créés les CD Rom alors qu'existaient déjà à l'époque des disquettes 3'1/2, dont la fonction est exactement la même, stocker des données ?

Mais ce procédé peut être aussi appliqué pour des choses bien moins matérielles comme la gestion d'une entreprise, ou plus dans notre sujet, de l'exploitation d'une infrastructure.

Afin de revenir aux bases de la conception de l'objet « exploitation d'un réseau de transports », nous allons procéder comme lors de la conduite d'un projet en utilisant une sorte de méthode APTE (APlication aux Techniques d'Entreprise). Cette méthode vise à définir, ou redéfinir, l'essence même d'un projet, sans considération a priori des solutions techniques pouvant être mises en œuvre pour le mener.

Regardons donc à présent sur quoi repose l'exploitation d'un réseau de transport, et identifions les différents acteurs participant à la construction de cet ensemble.

J'ai ici schématisé la base de la conception de l'exploitation d'un réseau de transport selon une approche plus systémique :

- Sur quoi/qui le produit étudié agit-il ?
- A quoi/qui rend-il service ?
- Dans quel but agit-il ?

Ayant au préalable isolé le système étudié, ces trois questions permettent de définir de façon globale l'utilité du produit et sa future redéfinition.

Dans le cas de l'exploitation d'un réseau de transports, nous ne pouvons isoler le système indépendamment du reste de son environnement.

Notamment, l'exploitation d'un réseau de transports dépend assez largement du propriétaire du réseau, soit l'autorité organisatrice. C'est pourquoi, plutôt que de ne faire apparaître que le système de l'exploitation sur le schéma précédent, j'ai préféré élargir les frontières en y incluant les interactions avec l'autorité organisatrice.

Ainsi, si nous nous référons au schéma suivant, nous pouvons référencer deux systèmes parallèles, dépendant l'un de l'autre :

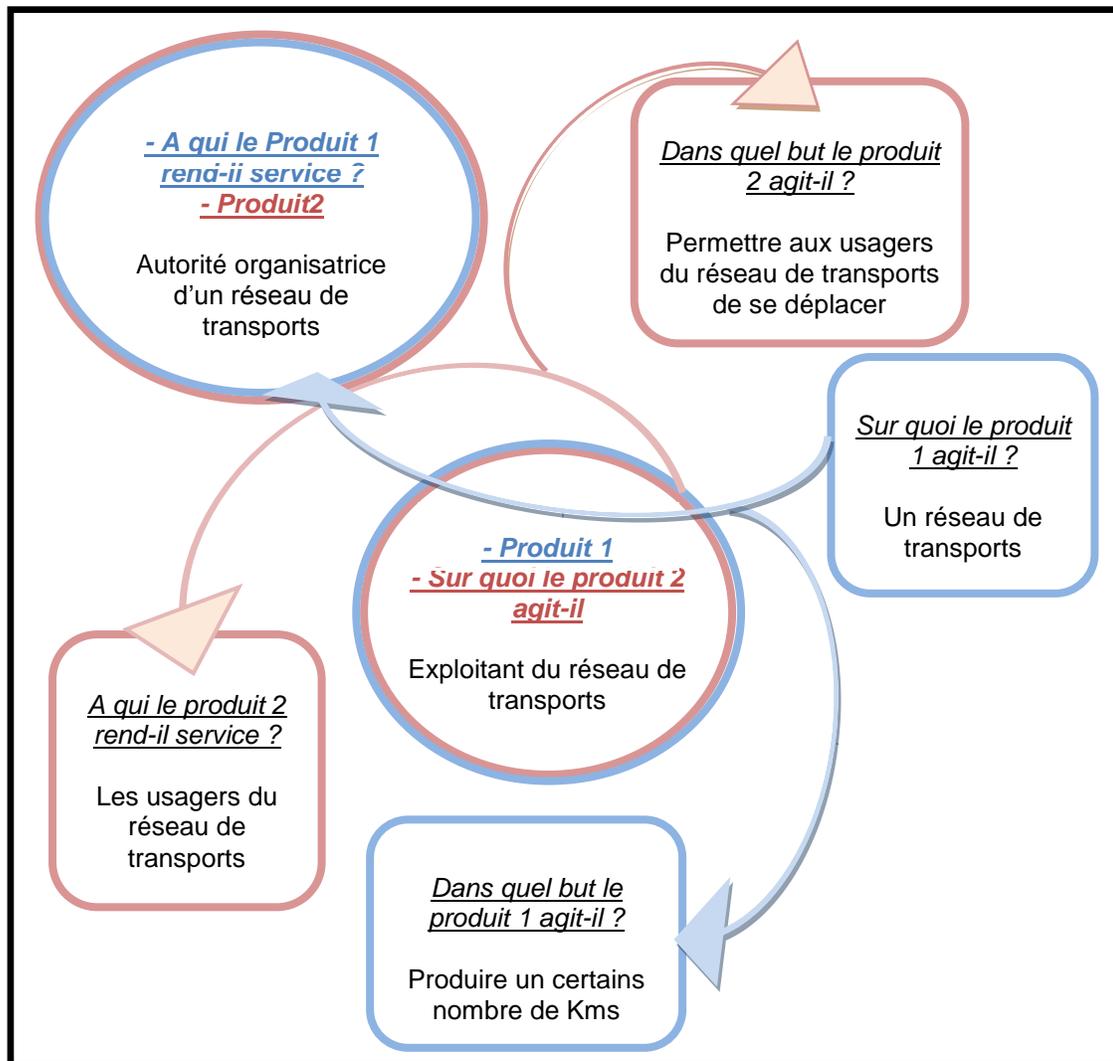


Figure 2 : Identification du besoin fondamental Exploitant / Autorité organisatrice  
Source : Steve Almosni

- Le produit 1, l'exploitant du réseau de transports, agit sur un réseau de transports (son infrastructure, ses matériels, ses ressources humaines,...) pour rendre service à l'autorité organisatrice du réseau en produisant un certain nombre de kilomètres,
- le produit 2, l'autorité organisatrice, agit sur l'exploitant pour rendre service aux usagers du réseau de transports dans le but de permettre leur déplacement sur le réseau.

Cette idée très simple du système nous permet d'avoir un regard très large sur le monde de l'exploitation d'un réseau de transports, et de nous introduire aux différents acteurs qui le composent. Nous pouvons alors référencer quatre protagonistes dans le système :

- le réseau
- l'autorité organisatrice du réseau
- l'exploitant du réseau
- l'utilisateur du réseau

Chaque réseau de transport, quelque qu'il soit, possède globalement le même schéma initial, bien que les interactions entre les acteurs cités précédemment, ainsi que leur place au sein de l'organisation, ne sont pas systématiquement identiques.

Ces trois personnages du système sont intimement liés tout au long du processus d'exploitation d'un réseau de transports. Pour bien saisir les tenants et aboutissants des liens qui existent entre ces différents acteurs de l'exploitation, nous allons prendre l'exemple du métro de Porto et étudier le fonctionnement de cette organisation. Ainsi, nous allons associer l'autorité organisatrice à l'entreprise Metro do Porto, l'exploitant à Transdev, ainsi qu'au consortium auquel l'entreprise appartient. Enfin, les usagers du réseau seront ceux du métro de Porto.

## 2. Les acteurs de l'exploitation

L'exploitation du métro de Porto fait intervenir un ensemble d'acteurs dont les activités sont dépendantes les unes des autres. Dans ce paragraphe, nous allons traiter de l'organisation du réseau de métro de Porto pour tenter de cerner ces interdépendances entre les acteurs qui le composent. Cette partie, qui se base essentiellement sur de l'observation et de la prise de recul, est intéressante car elle nous permettra plus tard de comprendre plus en détail l'ensemble du mécanisme qui vise à exploiter un réseau de transports.

a. Un réseau de transports

Le réseau métropolitain de l'agglomération portuaise s'est établi en l'espace de moins de deux décennies. Etant l'objet de nombreux débats, notamment sur son opportunité et sa faisabilité financière, la construction du réseau a commencé dans les faits au début des années 2000. En 2002, la première ligne de métro fut ouverte à la clientèle, cette ligne reliant le centre de la ville de Porto à sa ville voisine Matosinhos.

Aujourd'hui, 20 ans après les premières discussions quant à la construction du métro, 5 lignes sont exploitées, dont la toute dernière en date qui relie le centre de la ville de Porto à son aéroport Francisco Sá Carneiro.

Le métro de Porto constitue un fantastique objet d'urbanisme et d'architecture dont les portuaises sont fiers. Bien que le pays ne soit pas spécialement reconnu en matière de planification urbaine, le métro de Porto fut récompensé à plusieurs reprises pour son système de métro léger. La dernière récompense en date fut celle décernée par l'UITP en 2008, le métro de Porto étant reconnu comme le meilleur nouveau



Figure 3 : Réseau de métro de Porto  
Source : Metro do Porto

système de métro léger selon plusieurs critères<sup>1</sup>. En particulier l'UITP a reconnu en Transdev cette volonté et cette capacité de s'adapter à tous les publics, jouant sur une grande flexibilité en offrant un service de transports adapté à tous. Cette récompense témoigne assez fortement du désir de Transdev de toujours augmenter sa flexibilité pour s'adapter à tous ses clients, et rejoint donc notre problématique.

Le métro, dont la majeure partie est de surface (tel un tramway) est constitué de 5 lignes dont le rôle est principalement de desservir l'agglomération. En effet, la structure du réseau est constitué de manière à ne desservir qu'un axe dans la ville de Porto : 4 des 5 lignes du métro se retrouvent dans un tronç commun, depuis le Sud Est de la ville (Estádio do Dragão) jusqu'au Nord (Senhora da Hora, qui est déjà à Matosinhos) en passant pas le centre. Ces lignes se déploient d'une part à Matosinhos à l'Ouest (ligne A), puis à Povoà de Varzim encore plus au Nord (en passant par Vila do Conde notamment) grâce à la ligne B, à Maia à l'Est (ligne C), et enfin à l'aéroport dans la ville de Maia également (ligne E). La cinquième ligne du réseau, la ligne D, est transversale au réseau décrit précédemment, puisqu'elle le coupe au centre de Porto (Trindade) pour parcourir l'agglomération du Nord est au Sud et desservir l'une des principales villes de l'agglomération portugaise, Vila Nova da Gaia.

Au final, le réseau de métro s'étend sur plus de 60 km et comprend 70 stations (dont 13 sont souterraines)<sup>2</sup>. La suite du projet, la dite phase 2 du projet, prévoit de recouvrir un bien plus large périmètre, notamment au centre ville, et de connecter plusieurs des lignes de l'agglomération ailleurs que dans le tronç commun.

La disposition actuelle du réseau métropolitain est intéressante à étudier dans le cadre de notre problématique. En effet, le système est assez complexe : il fait intervenir trois modes de transports différents sur le même réseau. A la fois, le système est semblable à un tramway partageant l'espace urbain avec l'ensemble de ses usagers. Mais il devient métro dans le centre ville de Porto ainsi que sur une large partie de la ligne D. Enfin, il a les aspects d'un train sans les contraintes urbaines dans une plus large périphérie de Porto. Ce mélange des trois systèmes de transports au sein d'un même réseau rend complexe son exploitation (signalisation différente, formation des agents,...) et son optimisation en est d'autant plus importante.

---

<sup>1</sup> Selon Metro do Porto, [http://www.metrodoporto.pt/pagegen.asp?SYS\\_PAGE\\_ID=834743&id=210](http://www.metrodoporto.pt/pagegen.asp?SYS_PAGE_ID=834743&id=210),

<sup>2</sup> Selon Metro do Porto, [http://www.metrodoporto.pt/pagegen.asp?SYS\\_PAGE\\_ID=833512](http://www.metrodoporto.pt/pagegen.asp?SYS_PAGE_ID=833512) (une nouvelle station, Dom João II, a été ouverte juin dernier, mais n'apparaît pas encore sur le site internet, en date du 19 août 2008).

b. Un territoire, l'agglomération de Porto



Forte de ses 1 570 800 habitants<sup>3</sup>, l'Aire Métropolitaine de Porto représente la deuxième plus grande ville du Portugal. Capitale du Nord, son développement urbain a pris une cadence très importante ces dernières années, notamment avec la construction du métro et la réalisation de nouveaux édifices comme le Ponte Infante. Située sur un vaste territoire, 1575 km<sup>2</sup>, elle est constituée de 14 communes, dont les 7 centrales forment le Grand Porto. C'est d'ailleurs le Grand Porto qui est principalement desservi par le projet de métro, en phase 1. L'ensemble du projet (phase 1 et phase 2) prévoit un étalement du métro bien plus important, recouvrant une large partie de l'Aire Métropolitaine de Porto.

Porto, qui est au cœur de son agglomération, possède différents pôles générateurs de déplacements assez répartis dans toute la ville. Il existe par exemple 3 pôles universitaires dans l'agglomération, comptabilisant près de 30 000 étudiants. Porto n'émet pas beaucoup de déplacements pour le motif domicile/travail, bien qu'elle les attire en grand nombre. La plupart de ces déplacements ont pour origine une ville limitrophe (Vila Nova da Gaia et Matosinhos en particulier), ce qui peut également expliquer la configuration actuelle du réseau de métro.

Le territoire sur lequel est bâti le métro léger de Porto souffre assez d'un manque d'expérience en matière de planification urbaine et de planification des transports. Cependant, au regard de sa rivale, Lisbonne, qui possède un large réseau de métro, et dont les mentalités sont de plus en plus tournés vers la modernité des voisins européens, l'Aire Métropolitaine de Porto a su bénéficier des investissements de l'Union Européenne pour mettre en place son propre système de métro, performant et reconnu.

Aujourd'hui, la population est plutôt fière de son métro, ce qui se traduit bien sûr en termes de fréquentation quotidienne sur le réseau (plus 87,8% de titres de transports validés entre 2004 et 2006, avec l'ouverture successive de 4 lignes de métro, comptabilisant un total de 18,4 millions de clients)<sup>4</sup>.

c. L'autorité organisatrice, Metro do Porto

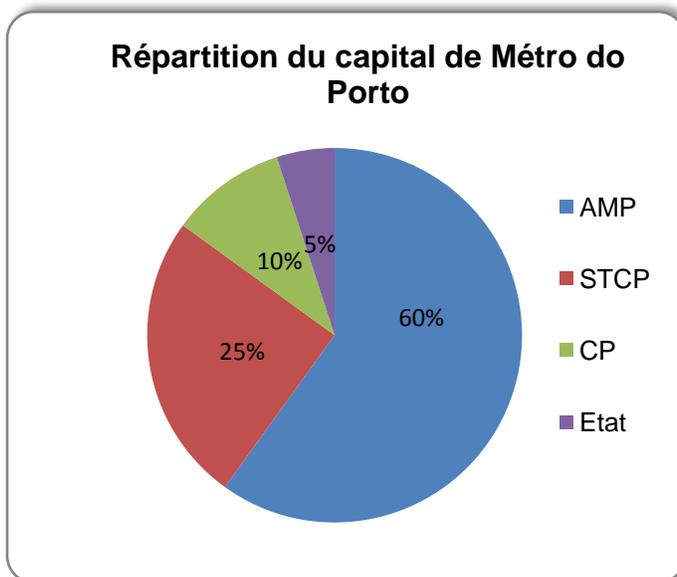


La décision de construire le métro dans l'agglomération portugaise, née en 1989 avec l'opportunité d'exploiter les anciennes lignes de chemins de fer traversant la ville de Porto, a

<sup>3</sup> Selon Area Metropolitana do Porto, <http://www.amp.pt/gca/index.php?id=78>.

<sup>4</sup> Selon l'Infometro n°22 de mai 2006, <http://www.metrodoporto.pt/document/827457/884883.pdf>

poussé à la création en 1992 de la société Metro do Porto Lda<sup>5</sup>. Metro do Porto est le gérant du système de métro de l'Aire Métropolitaine de Porto. Composée à l'origine de trois villes (Porto, Matosinhos et Vila Nova da Gaia), l'Aire Métropolitaine de Porto en compte aujourd'hui 14, représentant une population de plus d'un million et demi d'habitants. L'Aire Métropolitaine de Porto compte parmi les principaux actionnaires de l'entreprise Metro do Porto. Voici ci-après la clé de répartition des différents acteurs prenant part dans l'entreprise Metro do Porto :



AMP = Aire Métropolitaine de Porto

CP = Comboios Portugueses (Chemins de fer Portugais)

STCP = Sociedad de Transportes Colectivos do Porto

*Graphique 1 : Clé de répartition de l'actionariat de Metro do Porto*

*Source : Chiffres de Metro do Porto, graphique de Steve Almosni*

L'organisation des transports à Porto est bien différente de celles que l'on peut trouver dans les villes françaises. En France, généralement, un syndicat (mixte ou non) fait figure d'autorité organisatrice de l'ensemble des transports qui se trouvent sur son périmètre urbain. A Porto, le système se distingue dans la mesure où plusieurs autorités se partagent l'organisation des transports : le STCP est responsable de l'organisation des transports de surface (bus et tramway) sur le périmètre urbain de Porto, et Metro do Porto se charge exclusivement de la gestion du métro. Deux systèmes de transports parallèles cohabitent donc dans la même ville<sup>6</sup>, ce qui limite les interactions et l'intermodalité (bien que celle-ci soit plus ou moins intégrée dans la billettique des transports portugaises avec la carte « Andante »).

<sup>5</sup> L'équivalent d'une SARL en France.

<sup>6</sup> D'autres systèmes de transports existent sur le territoire, comme le réseau RESENDE. L'ensemble de ces entreprises définissent leurs tarifs et leur billettique ensemble (linha andante), mais ne collaborent pas systématiquement dans la définition du service de transport à assurer.

Metro do Porto est donc l'autorité organisatrice du métro dans l'agglomération de Porto. Cependant, comme beaucoup d'autorités, elle ne dispose pas des moyens suffisants pour assurer l'ensemble du projet de métro (études, construction, exploitation et maintenance). Au cours de son premier appel d'offre en 1994, elle a donc délégué l'ensemble de ces tâches à un consortium. C'est le regroupement d'entreprise Normetro, auquel appartient Transdev, qui a remporté cet appel d'offre.

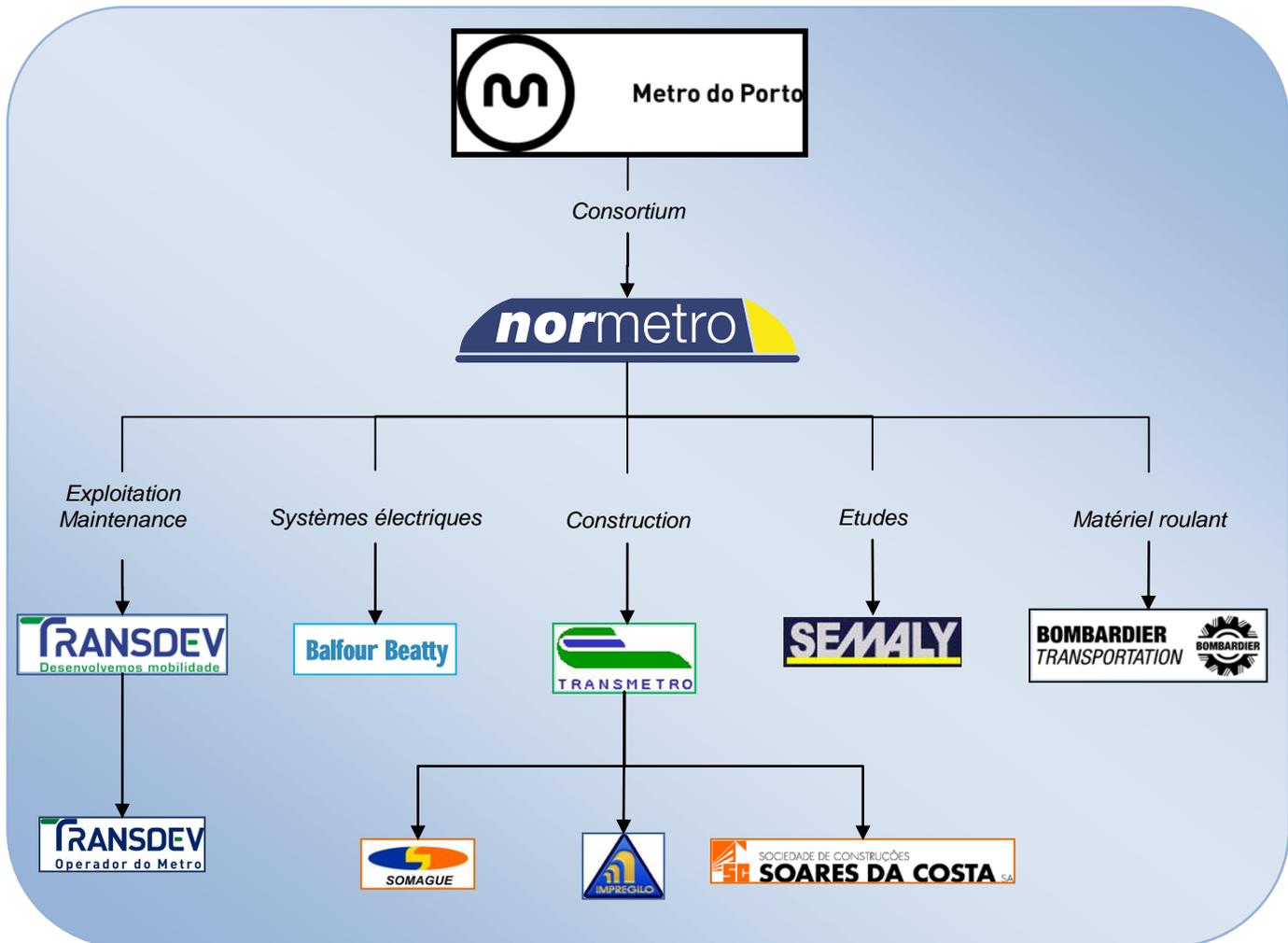
Dans cette délégation de service public, Transdev a été chargée des missions d'exploitation et de maintenance du réseau. Nous allons voir dans la sous partie suivante quelques détails organisationnels de cette délégation, qui nous servira pour la suite à bien identifier les acteurs du processus d'exploitation d'un réseau de métro.

d. Un exploitant, Transdev & Normetro



L'exploitant d'un réseau de transports est désigné par l'autorité organisatrice pour gérer au quotidien l'ensemble de son réseau, ainsi que, dans certains cas, le maintenir. C'est le cas pour Transdev, l'exploitant du métro de Porto depuis sa victoire en 1997 dans l'appel d'offre lancé par Metro do Porto.

Dans cette délégation de service public, Transdev agit au sein d'un consortium, Normetro. Ce consortium regroupe un ensemble d'entreprises qui agissent à chaque niveau d'avancement du projet de métro. Ce groupe d'entreprise s'organise selon le schéma ci-dessous :



*Figure 4 : Organigramme du consortium Transmetro*  
*Source : Transdev Operador do Metro*

- les études de projets étaient à la charge de la SEMALY (Egis Rail aujourd'hui)
- la construction revenait à Transmetro
- le matériel roulant et le système de signalisation provient de l'entreprise Bombardier
- l'entreprise Balfour Beatty est missionnée pour gérer l'ensemble des systèmes électriques
- et enfin, comme nous le disions plus haut, Transdev est responsable de l'exploitation et de la maintenance de l'ensemble du réseau de Metro do Porto, ainsi que de sa pré-exploitation (voir dans la *Figure 16 : Organigramme de Transdev Mobilidade (Portugal et Espagne) au 17 juillet 2008*).

Dans le cadre de notre étude, nous allons désormais nous focaliser plus en profondeur sur le rôle de l'exploitant, Transdev, au sein de ce consortium. Pour ce faire, nous allons maintenant

analyser comment s'organise un exploitant de transports en commun autour des différents acteurs qui le composent.

L'exploitation des transports en commun est un métier relativement peu comparable à ceux généralement gérés par des entreprises privées. La mission de service public qui incombe à un exploitant donne un caractère bien spécifique à ce métier, que l'on ne retrouve que très peu dans la gestion d'autres services publics. Nous allons donc voir dans cette partie en quoi l'exploitation des transports représente une entité à part entière dans la gestion d'un service public. A travers cette analyse, nous pourrions par ailleurs examiner l'organisation humaine qui permet à un exploitant de mener à bien les missions qui lui sont confiées.

## II. L'exploitation d'un réseau de transports : zoom x 1

### 1. Caractérisation de l'exploitation d'un réseau de transports

Dans le but de comprendre comment s'organise un exploitant dans sa mission de fournir du transport à aux voyageurs du réseau exploité, nous allons d'abord commencer par caractériser le système de l'exploitation.

Pour cela, nous allons revenir aux méthodes dont nous parlions plus haut dans le document, méthodes de conceptualisation d'un produit. Le schéma suivant, appelé « diagramme pieuvre » ou graphe des interactions, permet d'identifier les principales fonctions et contraintes d'un exploitant dans le cadre de sa mission.

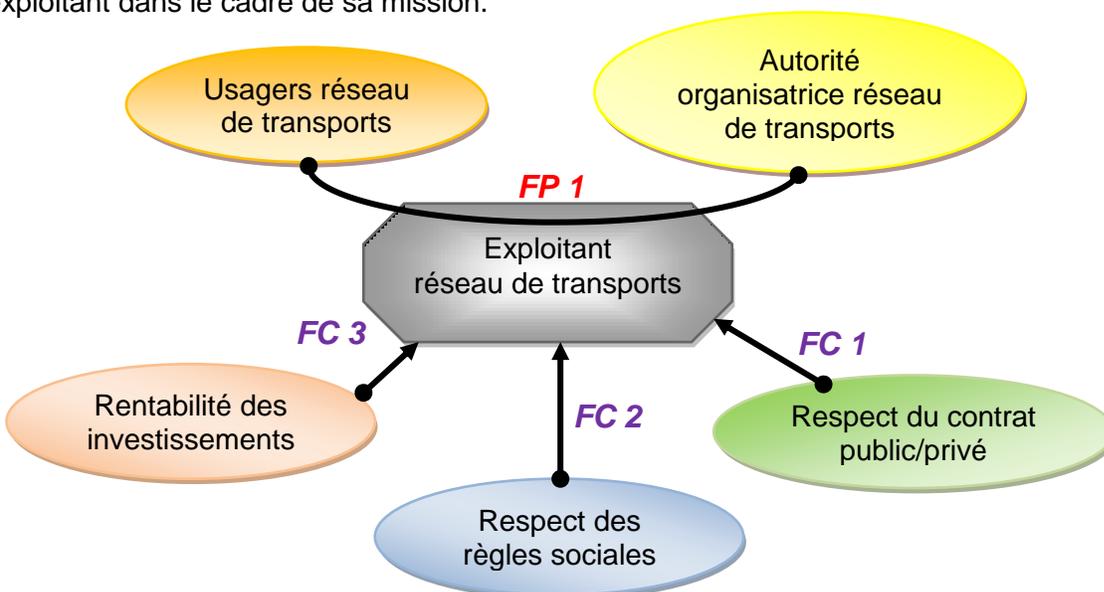


Figure 5 : Recensement des fonctions principales et contraintes de l'exploitation d'un réseau de transports

Source : Steve Almosni

Nous avons dans ce schéma très largement isolé le système de l'exploitation et lié ses interactions avec le milieu extérieur. A travers celui-ci, nous pouvons alors lire les raisons d'être du produit « exploitant » ainsi que les contraintes qui agissent dessus. Nous voyons alors que le système « exploitant d'un réseau de transports » se caractérise en deux idées phares, les fonctions principales et les fonctions contraintes. Les fonctions principales sont représentées par un lien qui relie deux éléments du milieu extérieur via le produit. Les fonctions contraintes sont elles représentées par un lien qui ne lie uniquement un élément du milieu extérieur avec le produit. Ainsi, nous pouvons dégager les fonctions suivantes :

- une fonction principale qui est de permettre à une population de se déplacer sur le réseau de transports selon les consignes dictées par l'autorité organisatrice,
- 3 fonctions contraintes
  - *commerciale*, relative à un contrat public/privé signé entre l'exploitant et l'autorité organisatrice (l'autorité est le client de l'exploitant)
  - *économique*, l'exploitant est une entreprise privée qui doit tirer bénéfice de ses investissements pour survivre et se développer
  - *sociale*, pour assurer un service public en toutes circonstances, l'exploitant doit gérer ses équipes dans le respect de certaines réglementations, et d'une certaine culture d'entreprise.

Ces deux grandes lignes fondent l'ensemble du système de l'exploitation d'un réseau de transports. Le réseau peut-être objectivement considéré comme correctement exploité lorsque l'exploitant assure la mission pour laquelle il existe en trouvant une position optimale entre les trois grandes fonctions contraintes à son métier. En somme, le but d'un exploitant est de gérer son entreprise de manière à trouver la jonction entre l'aspect commercial du contrat qui le lie à son client, l'aspect social de l'entreprise et l'aspect économique des investissements entrepris.

Dans toute entreprise, la visualisation d'un objectif clair et précis permet de bâtir une organisation capable d'assumer la mission pour laquelle l'entreprise existe. L'exploitant suit les mêmes règles de gestion d'entreprise en ayant un système organisationnel qui permet la jonction, plus ou moins parfaite, entre les éléments dont nous parlions précédemment.

L'objectif théorique que nous venons d'exposer n'est bien entendu qu'un modèle de la réalité. C'est pourquoi, chaque exploitant de réseau de transports aura sa propre manière de gérer son entreprise non seulement par rapport à des considérations managériales qui peuvent différer selon les sociétés (certaines accorderons plus d'importance à la formation, d'autres aux

conditions de travail, etc.), mais aussi par rapport aux caractéristiques mêmes des réseaux. C'est pourquoi, nous allons tenter d'illustrer notre théorie en prenant l'exemple de Transdev dans sa gestion du métro de Porto.

## 2. Organisation de Transdev, exploitant du métro de Porto

L'organisation d'un exploitant est mise en place de manière à assurer sa fonction principale, exécuter les consignes du client, l'autorité organisatrice, en respectant les différentes fonctions contraintes qui le cadrent.

Tout d'abord la fonction principale d'un exploitant est de mettre en pratique les exigences de son client. Ici, cela se traduit par fournir l'offre de transports que l'autorité organisatrice désire. A partir de cette consigne de base, le but est alors de définir une certaine offre, d'y investir les moyens financiers, humains et matériels nécessaires, et de réguler ensuite cette offre sur le réseau afin de respecter les engagements pris.

Nous voyons donc que trois tâches incombent à l'exploitant pour maîtriser l'ensemble de son réseau. Or, il existait dans la caractérisation des fonctions d'un exploitant, trois fonctions contraintes : la sociale, l'économique et la commerciale. Nous pouvons alors tenter de faire le parallèle entre ces deux points de vue de l'exploitation.

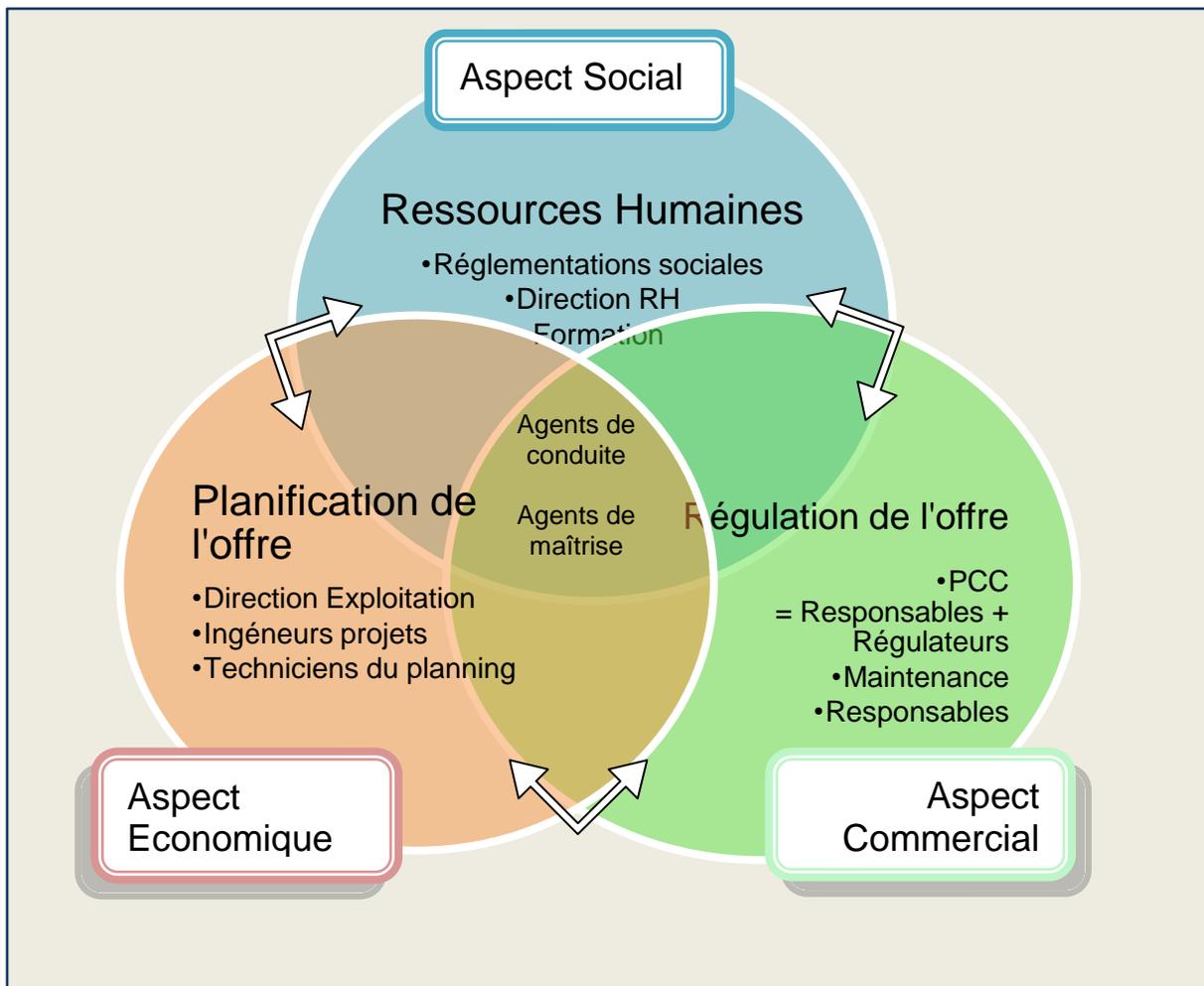


Figure 6 : Les trois aspects majeurs de l'exploitation d'un réseau de transports (référence au métro de Porto)  
Source : Steve Almosni

Le schéma précédent nous permet de lier ces deux points de vue. Pour chaque contrainte qui cadre la fonction principale de l'exploitant, il existe un pôle de l'exploitation qui lui est dédié.

Cependant, nous verrons dans la suite de cette étude que ces pôles ne sont pas indépendants les uns des autres, et c'est dans cette liaison, présente à plusieurs étapes du processus d'exploitation, que réside l'un des points les plus sensibles dans la gestion d'un réseau.

Nous pouvons dégager de ce schéma les correspondances suivantes : l'aspect économique de l'exploitation réside principalement dans la stratégie de planification de l'offre, son aspect commercial prend principalement forme dans la régulation de l'offre (comment dans la pratique l'exploitant met à disposition une offre de transport et comment il la gère au quotidien), et enfin son caractère social est directement lié à la gestion des ressources humaines de l'exploitation.

Comme nous l'avons indiqué plus haut dans ce document, ces trois pôles possèdent de fortes interactions, interactions qui jouent directement sur la bonne gestion du réseau. Par

conséquent, il est de l'intérêt même de l'exploitant que ces différents départements puissent accomplir proprement leur mission, autrement dit que l'organisation de chaque groupe permette un dialogue et une communication pertinente. Pour analyser cette question, nous allons maintenant zoomer un peu plus notre étude de l'exploitation d'un réseau de transports en nous focalisant sur l'organisation dans la gestion des différents domaines cités précédemment.

### 3. Les métiers de l'exploitation

Sur le dernier schéma que nous avons analysé, apparaît le nom de quelques acteurs essentiels à la bonne cohésion des trois pôles caractéristiques de l'exploitation. Nous allons ici présenter quels sont ces acteurs et quelles sont leurs missions au sein de l'organisation de l'entreprise.

#### a. Le directeur de l'exploitation / le directeur adjoint

Le directeur de l'exploitation, comme son nom l'indique, est celui qui est en charge de gérer et de coordonner l'ensemble de l'exploitation du réseau, aussi bien avec le client, l'autorité organisatrice, qu'avec ses collaborateurs internes. Pour mener à bien ces différentes tâches, la direction se compose ici d'un directeur et d'un directeur adjoint : le premier étant principalement dédié aux relations avec l'extérieur, le second étant plus précisément affecté aux relations internes.

Le directeur de l'exploitation a donc pour mission de recevoir les exigences de Metro do Porto en matière d'offre de transports et de superviser l'ensemble du système.

#### b. La planification de l'offre

La planification de l'offre est un pôle qui agit principalement en amont de la chaîne d'exploitation. Comme son nom l'indique, l'objectif de ce pôle est de définir une stratégie pour traduire les consignes de Metro do Porto en proposant un service de transport théorique.

Ce service de transport est le résultat de quatre étapes successives : le graphicaage, l'habillage, les roulements et l'affectation des différents agents sur les roulements. Nous verrons le détail de ces activités de l'exploitation dans la suite de ce rapport. Ces activités ont des liens avec les autres pôles de l'exploitation, le graphicaage faisant en particulier référence à une gestion du matériel roulant, les habillages, roulements et affectation des agents étant en lien direct avec une gestion des ressources humaines.

### c. La régulation de l'offre

La régulation de l'offre correspond à un autre niveau temporel de l'exploitation que celui de la planification. Nous traitons là de la gestion opérationnelle du réseau en direct, à partir des informations qui ont été définies par les équipes de planification de l'offre.

Dans ce département, nous pouvons trouver l'ensemble des équipes à visée opérationnelle : le PCC et la maintenance pour une gestion plus matérielle, les responsables (du PCC, de lignes et des autres agents de maîtrise) pour une gestion plus sociale.

#### ✚ Régulation matérielle

- le PCC

Le PCC, au même titre que l'équipe de planification de l'offre, est au cœur de l'exploitation d'un réseau de transports, mais à un autre niveau temporel. Le PCC est le lieu où les régulateurs surveillent le réseau pendant toute la durée de son fonctionnement. Leur rôle est d'une part de prévenir les éventuels difficultés qui peuvent altérer l'exploitation du réseau, et d'autre part de mettre en place des systèmes de substitution quand ceux établis lors de la planification de l'offre ne sont pas (ou ne peuvent être) respectés. Ainsi, comme son nom le sous entend, les régulateurs, au nombre de 19, ont pour mission de réguler le réseau.

Cependant, le PCC n'abritent pas que les régulateurs. Nous pouvons y trouver des agents d'information au public, une des missions qui incombe à l'exploitant d'un réseau de transports. Le rôle de ces quatre personnes est de gérer le système d'information au public depuis le PCC, ainsi que de communiquer avec la clientèle du réseau notamment en mode dégradé. La communication de Transdev auprès des usagers du métro, en particulier l'information au public, est tout aussi importante que la gestion opérationnelle du réseau. L'image de Metro do Porto est fortement véhiculée à travers cette communication.

Enfin, en dernier lieu, un dernier acteur prend place au sein du PCC. Il s'agit des agents de sécurité, qui depuis les écrans de contrôle, peuvent avoir un regard sur l'ensemble du réseau. Un agent de sécurité, qui n'est pas employé par Transdev mais par une entreprise délégataire, est présent pendant toute la durée de fonctionnement du réseau, accompagné par un agent de police.

- La maintenance

La maintenance forme le second organe participant à la régulation quotidienne de l'offre de transports. En plus de s'effectuer à plusieurs niveaux temporels de l'exploitation, la maintenance du réseau se joue sur deux tableaux : la maintenance des installations fixes (plateforme,

caténaïres, stations, système d'information et de gestion du trafic en temps réel, ...), et la maintenance du matériel roulant. Dans le contrat qui lie Transdev à Metro do Porto, Transdev est le responsable de cette mission. Transdev a cependant délégué cette activité à deux entreprises privées : S2M, filiale d'EFACEC et de Transdev, veille sur le bon fonctionnement des installations fixes, et Bombardier est chargée de l'entretien du matériel roulant.

Dans leur mission, ils agissent en deux temps. Ils ont tout d'abord une mission de prévention avec des entretiens de révision réguliers de l'ensemble du matériel. Ils agissent également en direct sur le réseau lors d'accidents ou de pannes.

Encore une fois, la mission assurée par ce département est des plus importantes, car sans matériel fiable et sécuritaire, le réseau ne peut tout simplement pas fonctionner.

- Le matériel roulant et fixe

Pour assurer une exploitation en bonne et due forme, Metro do Porto a équipé son réseau de matériels performants. Comme nous l'avons évoqué, la gestion de ce matériel est une composante essentielle dans l'exploitation du réseau de transports. Le métro de Porto se compose par exemple pour sa part de 72 rames Bombardier pour couvrir un réseau grand de 60 kms. Ce réseau présente d'ailleurs quelques spécificités dont nous avons déjà parlé au cours de cette étude, spécificités qui peuvent parfois rendre plus complexe la gestion du matériel.

#### Régulation humaine

- Les responsables

Les responsables ont la charge directe de tous les agents du réseau. Il existe cependant plusieurs catégories de responsables, ayant chacun un domaine spécifique :

- Les responsables de lignes, au nombre de 7, qui ont pour mission de gérer la disposition des agents de conduite sur le réseau.
- Les responsables d'agent de station et d'information, au nombre de 2, dont le rôle est de manager non seulement les agents de station et d'information, mais également les agents de signalétique.
- Les responsables du PCC (responsable et responsable adjoint) qui ont pour but de diriger les régulateurs et les agents d'informations aux voyageurs dans le PCC.

L'action de chacun de ces responsables vise à réguler le réseau en considérant essentiellement la composante humaine qui permet son fonctionnement. Il s'agit en fait du « même travail » que celui des régulateurs et de la maintenance, ceux-là ayant à gérer les ressources matérielles du

réseau, et les responsables des ressources humaines, et ce pendant la durée de fonctionnement du réseau

- les agents

Les agents représentent la grande majorité du personnel de l'exploitation : sont comptabilisés au total 196 agents de conduite, 28 agents de stations et d'information, 2 agents de signalétique et 1 agent des recettes. Ils forment ce que l'on peut considérer comme le corps de l'exploitation, autant du point de vue de la représentation humaine (les 2/3 du personnel chez Transdev au métro de Porto), que du point de vue de la proximité au terrain.

- les agents de conduite

Les agents de conduite sont non seulement chargés de conduire les rames de métro, mais ont également le devoir de les entretenir quotidiennement. De leur communication au poste de commande central (PCC) des différentes défaillances du système va dépendre une maintenance du matériel roulant et des installations fixes efficace (le PCC établissant le relais entre les conducteurs et les services de maintenance).

- les agents de stations/les agents d'information voyageurs

Le travail des agents de stations et des agents d'information aux voyageurs fait référence à une autre mission qui est demandée à Transdev dans son contrat avec Metro do Porto. Il s'agit principalement d'assister les usagers du métro quand nécessaire. En effet, la mission d'exploitation d'un réseau de transport ne consiste pas uniquement en une mise à disposition d'un service de transports mais aussi en une assistance dans l'utilisation du produit fourni par l'exploitant.

- L'agent de signalétique

Comme son nom l'indique, l'agent de signalétique a pour mission d'assister le PCC dans la gestion de troubles en relation avec la signalétique du réseau. Il doit alors être sur le terrain quotidiennement, « inspecter » le réseau afin d'identifier des défaillances relative à sa signalétique, et communiquer à la fois avec le PCC (qui communique avec les équipes de maintenances). Il doit également gérer l'affichage des publicités et des informations dans les rames de métro et dans les stations.

- l'agent des recettes

Enfin, l'agent des recettes est responsable de la gestion de l'ensemble des distributeurs de billets sur le réseau de métro. En communication constante avec les équipes de Prosegur (société privée de surveillance), il donne les consignes pour recharger les machines avec des tickets vierges ou les décharger de l'argent qu'elles contiennent.

#### d. Gestion sociale

Les ressources humaines sont omniprésentes au sein de l'exploitation d'un réseau de transports et conditionne sa réussite. Comme dans chaque entreprise, il existe une direction des ressources humaines. Mais celle-ci est générale à toute l'entreprise, aux services opérationnels comme aux services du marketing, de la sécurité, etc. Dans le cadre de notre problématique, nous allons cibler sur la caractérisation de la gestion sociale au niveau seulement de l'opération. Nous avons vu précédemment la présence d'agents et de responsables nécessaires à la régulation opérationnelle du réseau. La gestion sociale s'identifie autrement. Il s'agit en fait plus d'un cadre social qui permet à l'exploitation de se dérouler avec une certaine cohésion. Les ressources humaines étant très fortes dans ce milieu, il est non seulement indispensable de se doter d'une réglementation sociale solide, mais il est également fondamental que celle-ci soit respectée avec rigueur. C'est pourquoi, la gestion sociale est une pièce maîtresse pour le bon fonctionnement d'un réseau de transports. Cette réglementation se traduit en plusieurs termes, comme le respect d'un certains temps de travail, d'un certain temps de conduite d'affilée, du travail de nuit, etc.

Les équipes des ressources humaines interviennent bien évidemment aussi dans la gestion sociale de l'exploitation (nous verrons la nature de cette intervention plus loin dans l'étude).

Il est intéressant d'avoir identifié ces acteurs car ce sont eux qui forment l'ensemble des rouages de ce que l'on peut appeler la chaîne d'exploitation d'un réseau de transports (il est d'ailleurs possible de consulter l'organigramme de ces équipes en *Annexe 2: Organigramme de la direction de l'exploitation*). Maintenant que nous avons discerné la mission de chacun des acteurs de l'exploitation, nous allons voir comment la communication entre ces derniers s'effectue. Autrement dit, nous allons désormais nous pencher sur le mécanisme de l'exploitation en y étudiant le fonctionnement et la façon dont s'exécute l'ensemble des opérations.

Cette étude sera un travail préalable à l'identification des points sensibles du mécanisme opérationnel de l'exploitation, puis par conséquent à son amélioration.

### III. Mécanisme opératoire de la chaîne d'exploitation : zoom x 2

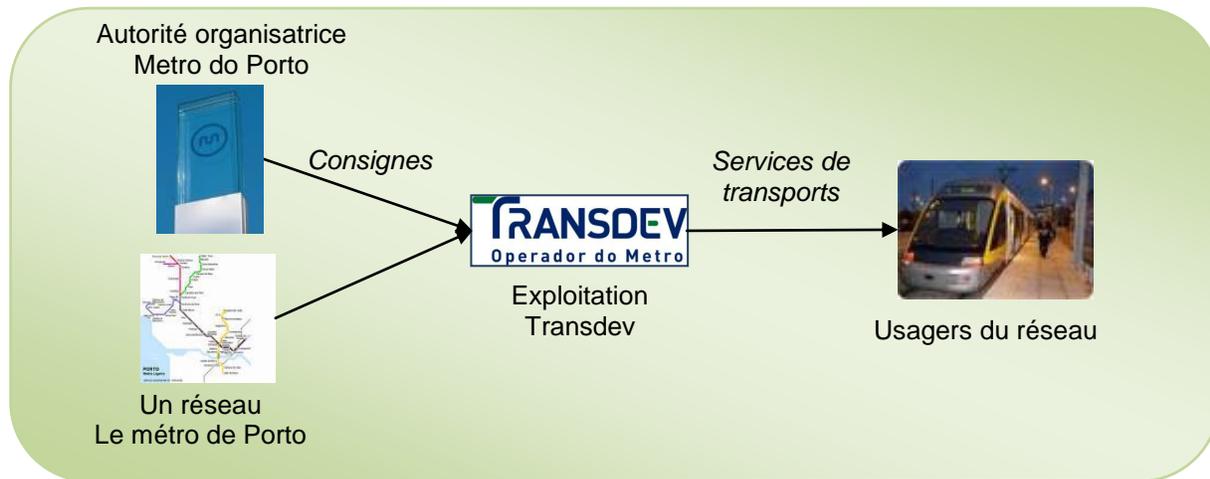
L'exploitation d'un réseau de transports, comme nous l'avons vu dans la partie précédente, représente un ensemble de mécanismes visant à déplacer des rames de métro en sécurité et de manière confortable, selon une certaine commande, elle-même dépendant du besoin d'une certaine population à se déplacer. Chaque réseau possède ses propres caractéristiques qui impliquent une manière de le gérer, différente de l'un à l'autre. Cependant, après avoir étudié de près le concept de l'exploitation d'un réseau de transports, nous pouvons penser que les méthodes d'exploitation sont plus ou moins similaires d'un réseau à l'autre, ce qui nous permet de tirer quelques théories. Nous allons ici continuer dans cette voie là en nous intéressant de près aux mécanismes internes d'un l'exploitant de réseau. En effet, notre problématique étant relative à l'identification des marges de manœuvre possibles dans la gestion opérationnelle d'un réseau de transports, nous devons tout d'abord nous intéresser au mécanisme opérationnel du système. Une analyse fonctionnelle et temporelle du dispositif mis en œuvre est un premier pas nécessaire avant de pouvoir porter un jugement sur l'identification des ses éventuels points d'amélioration. Dans cette partie, nous nous consacrerons à cette étude. Nous tenterons alors de porter un regard purement fonctionnel sur le dispositif mis en place dans l'exploitation du métro de Porto. Cela passera par l'identification des fonctions d'entrée et de sortie du système, puis par une analyse de la chaîne interne.

#### 1. Une entrée / une sortie

Tout système mécanisé, quelque soit son degré de mécanisation, nécessite une donnée d'entrée qu'il va traiter pour produire en sortie l'objet escompté. Nous pouvons considérer que le fonctionnement global de l'exploitation d'un réseau de transports suit plus ou moins ce même modèle.

Tout au long de notre étude, nous avons déjà évoqué cette idée. Dans notre cas, celle-ci se rapporte à un jeu d'acteurs entre l'autorité organisatrice du réseau de transports, l'exploitant du réseau et les usagers du réseau de transports. Nous avons jusqu'à présent étudié le principe de l'exploitation (but, fonctions principales et fonctions contraintes), ainsi que les acteurs qui la composaient. De la même manière que dans la partie précédente, nous allons examiner le système de l'exploitation en nous rapportant à un système mécanisé, mais ici nous allons surtout nous pencher sur les aspects temporels du mécanisme. Cela commence par définir

clairement l'origine du système et sa fin. C'est ce que nous avons schématisé dans la figure suivante :



*Figure 7 : Entrée et sortie de la chaîne d'exploitation du métro de Porto*  
*Source : Steve Almosni*

Comme nous le montre notre schéma, nous pouvons distinguer trois parties dans le fonctionnement global de l'exploitation (cela rejoint la *Figure 2 : Identification du besoin fondamental Exploitant / Autorité organisatrice* de la partie précédente) :

- En entrée du système, deux conditions nécessaires permettent au système de fonctionner. Il est d'abord indispensable de disposer d'un support, lequel est dans notre cas un réseau de transports (voies ferrées, stations, ...). Le second élément qui permet d'alimenter le système est bien évidemment la commande lancée par l'autorité organisatrice déterminant l'offre de transport que l'exploitant doit assurer pour le fonctionnement de son réseau.
- Le système qui travaille et qui produit est celui de l'exploitant du réseau, l'objet direct de notre étude.
- Enfin, en sortie, l'exploitant aura fourni un résultat qui se traduit par un déplacement de rames de métro sur un réseau de transports, selon certaines consignes, celles d'entrée du système. Ce déplacement de rames sert directement aux voyageurs du réseau pour qui il est alors possible de se déplacer.

Quelque soit le réseau de transports en commun, routier ou ferroviaire, le principe à l'origine reste le même : une autorité qui concède son réseau de transports à un exploitant, qui lui donne ses exigences en termes de service de transports à assurer pour permettre à la population usagère du réseau de se déplacer.

En revanche, bien que le travail de l'exploitant soit le même quelque soit l'exploitant, et bien que le service de transports aura la même nature (le déplacement de véhicules sur route ou voies ferrées), les caractéristiques des données d'entrée de l'autorité organisatrice peuvent assez largement différer d'un réseau à l'autre. Dans le cas du métro de Porto, il s'agit, pour la ligne D (entre Vila Nova da Gaia et le nord de Porto), d'offrir une certaine fréquence de passage, et d'assurer une ponctualité sur les autres lignes (qui se confondent en un tronç commun dans le centre de Porto). Il s'agit par ailleurs d'équiper les rames qui circulent d'une ou de deux voitures, selon des plages horaires définies.

L'ensemble de ces consignes nous amènent à évoquer un autre temps dans le mécanisme s'efforçant à délivrer un service de transports à une population. En effet, les consignes que donne l'autorité organisatrice en termes de mise à disposition de transports ne sont pas inventées. Elles répondent à un besoin exprimé par la population qui utilise ou qui potentiellement utiliserait le réseau de transports, et que l'autorité organisatrice doit prendre en compte dans son jugement. Par conséquent, si nous voulons que notre schéma soit complet, nous devrions faire figurer une boucle de retour entre les usagers et l'autorité organisatrice du réseau, une sorte de boucle de « rétroaction ». Toutefois, dans le cadre de notre étude, nous nous intéressons exclusivement au système de l'exploitation, et non au système de la planification de transports sur un territoire donné. C'est pourquoi nous nous restreignons à cet unique schéma.

A présent, analysons de plus près à quoi correspond le mécanisme existant entre l'entrée et la sortie du système e l'exploitation. C'est l'objet de la partie suivante.

## 2. Une chaîne d'exploitation

Depuis le début de notre étude, nous avons cherché à modéliser le système de l'exploitation d'un réseau de transports afin d'en percevoir les possibles améliorations systémiques. Nous allons continuer dans ce paragraphe à nous plonger dans cette étude, mais en zoomant un peu plus notre regard et en analysant le cœur du système : la chaîne d'exploitation.

En fait, la chaîne d'exploitation se construit en plusieurs temps. Nous avons déjà évoqué cette notion au cours de ce rapport en parlant d'activités avant la mise en service des rames de métro, d'activités pendant leur fonctionnement et d'activités en aval de la chaîne d'exploitation. Bien que les acteurs soient identiques, leurs missions, leurs activités et leurs interactions ne sont pas nécessairement les mêmes à tous les temps de la chaîne. Plus précisément, la chaîne d'exploitation suit un processus temporel qui va de la planification de l'offre au retour

d'expérience après mise en services des rames, cela en passant par la régulation de l'offre mise en place. A chaque fois, chaque pôle tient un rôle différent.

Cette constatation nous pousse alors à bâtir une analyse de la chaîne d'exploitation en distinguant bien les procédures entre ces trois temps. A chaque temps du mécanisme opératoire, correspond une entrée et une sortie, indiquées sur le schéma qui suit.

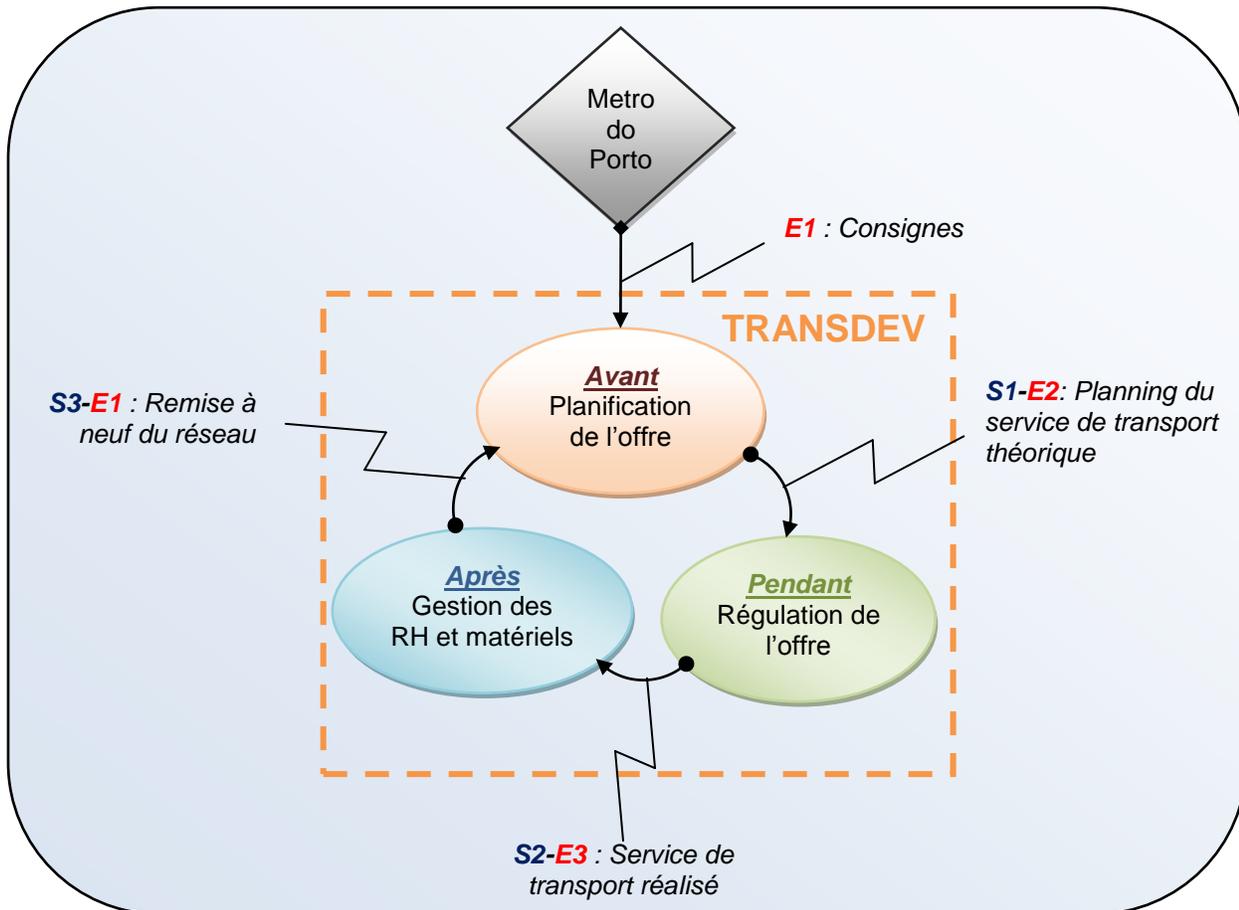


Figure 8 : Entrées et sorties intermédiaires de la chaîne d'exploitation du métro de Porto  
Source : Steve Almosni

La première entrée représente celle de l'ensemble système. En revanche, la sortie finale du système peut se trouver à deux niveaux temporaires de la chaîne, selon le point auquel on se place. Dans la suite de ce paragraphe, nous détaillons chaque étape du système, afin de mieux comprendre son fonctionnement.

a. En phase amont

La phase amont de l'exploitation correspond à la période où les activités de l'exploitation s'effectuent avant la mise en marche effective des rames de métro. Le but de cette phase est de préparer l'ensemble du personnel aux activités suivantes : la mise en fonctionnement des rames de métro, la régulation de l'offre donnée aux voyageurs et l'information qui leur est due. Ainsi, l'essentiel des opérations effectuées fait référence à de la planification de l'offre.

✚ Entrée/Sortie

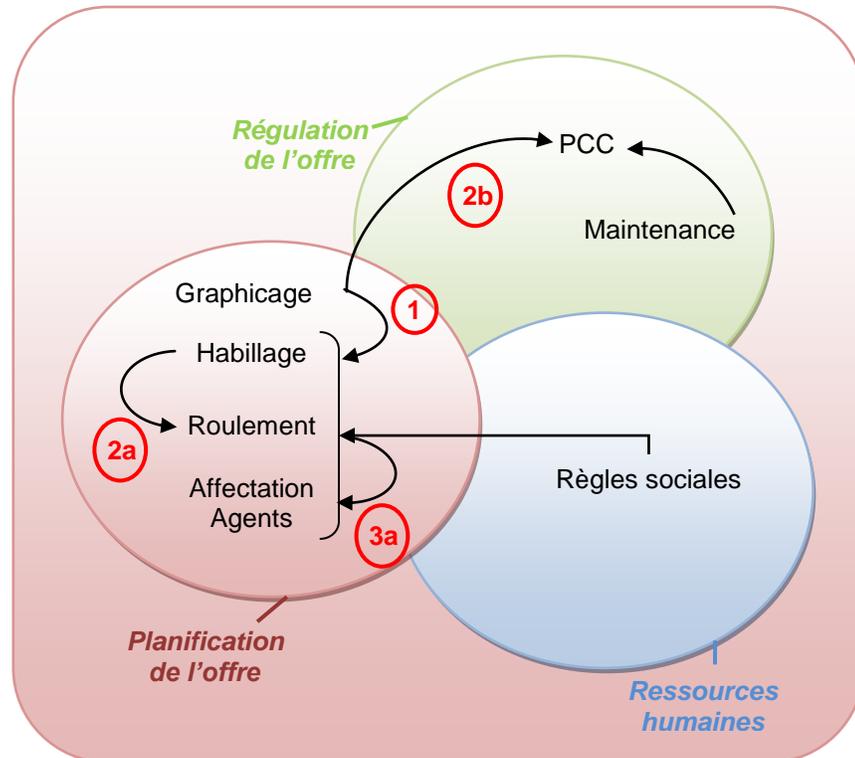
- E1 La consigne

Comme nous le spécifions en début de chapitre, cette première étape représente non seulement l'entrée pour la phase initiale de l'exploitation, mais désigne également l'entrée de tout le système. Elle consiste en la transmission de la consigne de Metro do Porto à la direction de l'exploitation. Cette consigne fait apparaître les souhaits de l'autorité en offre de transports : un nombre spécial de rames par heure selon les lignes du réseau, ainsi qu'une capacité à accueillir les voyageurs selon les plages horaires (une voiture ou deux voitures sur une rame).

- S1. Un planning

La sortie de la première phase opératoire du système correspond à l'établissement de tous les plannings nécessaires à l'exploitation du réseau. Sont donc édités le planning du personnel exécutif (agents de conduite, agents de signalétique, agents de stations,...) ainsi que le planning des voitures (quelle voiture va où et à quelle heure, quelle voiture est de réserve, quelle voiture est en entretien,...). Nous retrouvons ici cette double identité de l'industrie de l'exploitation (gestion parallèle du matériel et du personnel), double identité qui caractérise ce milieu industriel.

✚ Mécanisme



*Figure 9 : Mécanisme de la 1<sup>ère</sup> étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto*  
*Source : Steve Almosni*

### 1- Le Graphicage

Le graphicage est l'action de concevoir les tableaux de marche des véhicules. Un tableau de marche est l'ensemble des déplacements des véhicules sur un trajet donné pour un jour type (par exemple un lundi en période scolaire). Les jours types sont au métro de Porto les jours de la semaine, les samedis et les dimanches/jours fériés, où pour chacune de ces périodes l'offre de transport est différente.

Ces tableaux de marches sont réalisés à partir de données de bases telles que l'offre de transport souhaitée et les caractéristiques propres du réseau (distances, vitesses sécuritaires, disposition des aiguillages,...).

Serviço Linha A (passagens/hora*sentido)										
	4	5		23	24	1	2	3	VIAGENS POR DIA	UNIDADES
	a	a		a	a	a	a	a		
	5	6		24	1	2	3	4		
UTIL	0	0		4	4	0	0	0	102	1
SAB	0	0	...	4	4	0	0	0	102	1
DOM	0	0		4	4	0	0	0	98	1

Figure 10 : consignes de fréquence pour la ligne A du métro de Porto en horaires d'été

Source: Metro do Porto, retouché par Steve Almosni

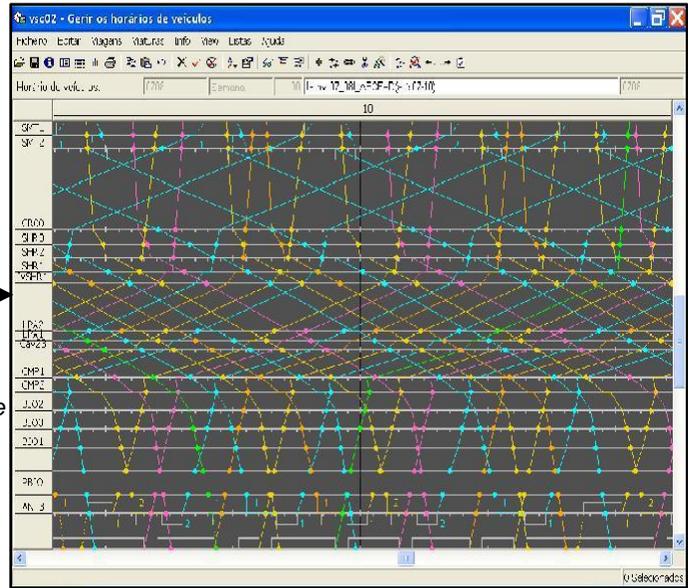


Figure 11 : Exemple de graphycage

Source : Hastus

## Gestion du Personnel

### 2a. Habillage Conducteurs

L'étape suivant le graphycage est l'habillage. Cela consiste à découper les services voitures du graphycage en tronçons d'habillage qui formeront les services conducteurs (tâche de travail effectuée par un conducteur dans le cadre d'une journée de travail) en tenant compte de la réglementation sociale en vigueur et des accords d'entreprise. L'habillage est donc le fait de définir des services conducteurs couvrant entièrement les services voitures.

## Gestion du Matériel

### 2b. Affectation Voitures

Une fois le graphycage réalisé, ce document est transmis au PCC qui a pour mission d'affecter à chaque service voiture créée un numéro de voiture. Cette étape de la planification de l'offre a lieu tous les jours, et dépend donc de la disponibilité des voitures dans la flotte de véhicules concédés à l'exploitant. Elle est gérée en coordination entre le PCC et la maintenance, comme nous pouvons le voir sur le schéma.

### 3a. Roulement des agents (agents de conduite et agents de maîtrise)

Le roulement des agents est une procédure utilisée dans les milieux où les règles sociales et les heures de travail ne suivent pas un schéma standard. Le transport de voyageurs est concerné du fait du service public qu'il doit continuellement assurer. Le roulement consiste à disposer tous les services des agents (tous les agents, pas uniquement les conducteurs) sur calendrier en respectant les règles sociales en vigueur. On effectue alors des rotations sur le calendrier afin de couvrir toute une période spécifique (été, hiver, année,...).

L'habillage doit précéder le roulement afin de pouvoir disposer aussi les services des agents de conduite.

### 4a. Affectation des agents (agents de conduite et agents de maîtrise)

L'affectation des agents est, au même titre que l'affectation des voitures, la disposition de réels agents sur le roulement précédemment créé. Au sein de Transdev Porto, elle plus ou moins effectuée toutes les deux semaines (bien que théorique, cette tâche se doit d'être purement flexible).

Cette première phase vise donc à établir de façon théorique la marche quotidienne du réseau. Tout y est résumé de manière ludique dans les documents d'exploitation (*Voir annexe 3 : Organigramme de la direction de l'exploitation*)



b. Quelques documents d'exploitation du métro de Porto En phase active

Cette phase correspond essentiellement à la régulation de l'offre. Y est mis en application l'ensemble de ce qui a été pensé théoriquement lors de la phase précédente. Si l'on compare l'exploitation d'un réseau de transports à une industrie dont le mécanisme est automatique, on pourrait comparer cette partie du mécanisme à une boucle de rétroaction visant à corriger les erreurs entre la théorie et la pratique dans le service de transports fourni. Mais, bien que techniquement il soit possible de rendre cette phase automatique, elle est aujourd'hui assurée par des hommes, les régulateurs au PCC. Etudions le mécanisme opéré.

✚ Entrée/Sortie

- E2. Documents d'exploitation

Nous travaillons ici sur une chaîne. Par conséquent, en toute logique, la sortie d'une étape est l'entrée de la phase qui suit. Les données théoriques enregistrées dans les documents d'exploitation sont donc la base à partir de laquelle peut se mettre en route cette seconde phase.

- S2. Services réalisés

La sortie de cette étape est simplement la réalisation de la fonction principale de l'exploitant : fournir du transport à une population. Ce service de transport réalisé se traduit en termes de production kilométrique et autres indicateurs contractuels. Dans la phase précédente, nous avons en sortie un fonctionnement théorique du réseau. Au terme de cette étape, nous connaissons de façon pratique comment a fonctionné le réseau sur une période donnée.

✚ Mécanisme

La régulation en soi consiste en la manipulation d'un objet dont les caractéristiques changent quotidiennement. Par conséquent, le mécanisme mis en place dans cette phase ne peut pas être modélisé et ne peut suivre une théorie constante. En revanche, les interactions entre les acteurs, enregistrées dans des chartes procédurales, sont identifiables. C'est ce qui est représenté sur notre schéma.

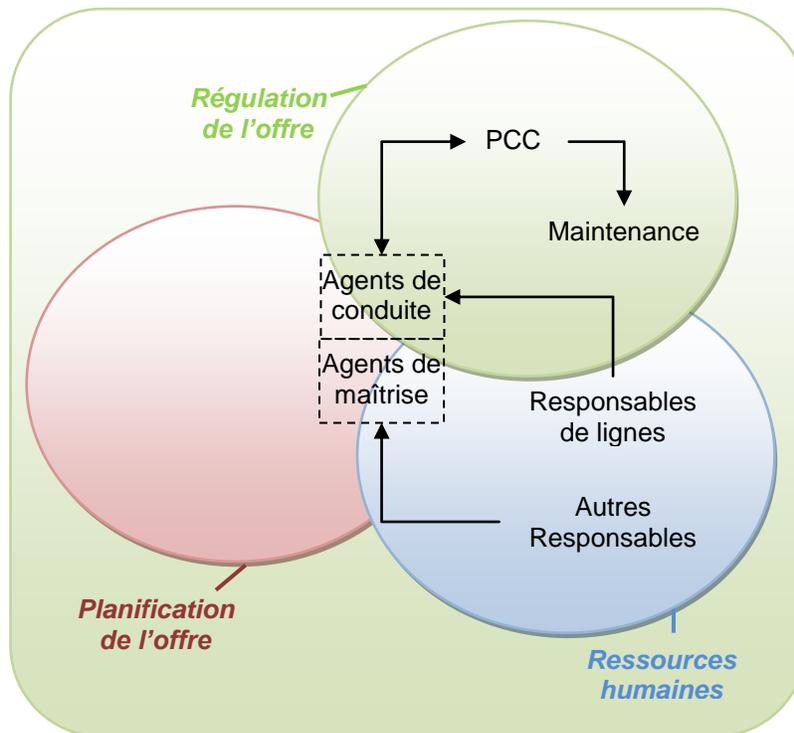


Figure 12 : Mécanisme de la 2<sup>nd</sup>e étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto

Source : Steve Almosni

### Gestion du Personnel

La gestion opérationnelle du personnel est à la charge des responsables des différents agents de l'exécution (responsables de lignes, responsables des agents de stations,...).

Ces responsables ont une totale autorité sur les agents dont ils s'occupent, leur souci

### Gestion du Matériel

La gestion opérationnelle du matériel est à la charge du PCC et des services de maintenance.

Les régulateurs et les agents d'information doivent réguler l'ensemble du réseau de manière à se rapprocher au plus près de ce qui est indiqué dans les documents

étant de fournir le service attendu par la population (et souhaité par l'autorité) quelques soient les imprévus.

Ils sont par ailleurs tenus de pouvoir remplacer un agent en cas d'absence.

d'exploitation. Pour ce faire, à l'aide de différents logiciels assez performants, ils peuvent connaître en temps réel la position de chaque rame de métro, ainsi que ses caractéristiques (le conducteur, la ligne, l'heure de passage théorique, la vitesse,...). Ils ont ainsi un regard très opérationnel sur l'ensemble des événements en rapport avec le réseau.

Par ailleurs, les services de maintenance doivent, en cas de problème sur les matériels de l'exploitation, être en mesure d'intervenir sur les lieux du problème ou de gérer la situation depuis leurs ateliers.

A travers cette description, nous voyons difficilement comment le mécanisme s'opère. Cela est normal au regard du caractère immatériel et altérable du dispositif. Cependant, pour que le système fonctionne correctement, il est nécessaire que les deux corps présents dans cette phase (les ressources humaines et la régulation de l'offre) entretiennent une communication irréprochable et continue pendant toute la durée du fonctionnement du réseau. Ainsi, pour assurer cette communication, en plus des responsables, les régulateurs peuvent aussi agir sur les différents agents en fonction (les responsables des agents ne peuvent en revanche pas prendre le rôle de régulateurs). Par ailleurs, toujours dans le souci de garantir une bonne communication, tout événement occurrent sur le réseau, aussi mineur soit-il, est consigné dans un registre, mis à jour quotidiennement.

Enfin, un dernier élément vient s'ajouter à l'ensemble du mécanisme. Il s'agit des opérations sur les machines distributrices de titres de transports. A Porto, ce mécanisme est géré depuis le dépôt métro où l'agent des recettes, dont la charge revient au responsable des agents de stations, communique des instructions aux équipes d'une entreprise privée (Prosecur) pour effectuer les différentes tâches nécessaires, et rend des comptes directement à l'autorité organisatrice. Cette disposition est propre au métro de Porto et ne suis pas nécessairement un schéma standard.

Au terme de ces événements, l'exploitant aura fourni une offre de transport, qui se rapprochera au plus près de ce qui avait été prévu dans la planification de l'offre. Cette sortie de mécanisme,

que nous avons évoquée précédemment, est celle qui est attendue et visible par les usagers du réseau, et fait donc allusion aux fonctions principales de l'exploitant (assurer un service de transports et guider les voyageurs sur le réseau).

Cependant, afin que le système respecte l'ensemble des fonctions par lesquelles il a été conçu, il manque une dernière étape : le mécanisme en aval des opérations de transports.

### c. En phase avale

Cette phase correspond au « retour d'expérience » qui fait suite à l'exploitation du réseau pendant une journée de fonctionnement. Elle n'est pas directement visible dans le service de transports fourni aux usagers du réseau, mais elle est pourtant nécessaire au bon fonctionnement de l'ensemble de la chaîne d'exploitation.

#### Entrée/Sortie

- E3 : Le service de transports réalisé

Comme c'était le cas précédemment, la sortie de la phase 2 représente l'entrée de la phase 3. Par conséquent, la matière d'œuvre en début de phase 3 est le service effectivement réalisé pendant la durée de fonctionnement du réseau. Encore une fois, nous distinguons aussi bien le fonctionnement du réseau d'un point de vue matériel, que le fonctionnement du réseau d'un point de vue humain.

- S3 : « Une remise à neuf » du réseau

L'expression du titre peut paraître louche, mais il s'agit effectivement de ce qui sort à la fin de cette étape. En fait, comme nous le montre le schéma, le mécanisme de l'exploitation suit un cycle. Par conséquent, ce qui se trouve en fin de chaîne se trouve logiquement en début de chaîne.

Nous avons évoqué en début de chapitre que deux entrées étaient nécessaires à l'exploitant pour qu'il puisse accomplir sa mission. Il y avait d'une part les consignes de l'autorité organisatrice (nous en avons déjà évoqué les caractéristiques), mais il y avait d'autre part la disposition d'un réseau de transports (du matériel ainsi que des ressources humaines). C'est précisément de cette dernière entrée qu'il s'agit ici.

Ainsi nous allons tout de suite voir le détail de cette dernière étape qui reste interne à l'entreprise et qui remplit essentiellement les fonctions contraintes de l'exploitant, notamment en termes de gestion du matériel et de gestion du personnel.

✚ Mécanisme

Comme c'était le cas dans les autres stades du mécanisme d'exploitation, nous devons différencier les interventions qui ont trait au management du personnel, et celles qui ont trait à la gestion des ressources matérielles.

Le mécanisme de ce troisième pallier vise à établir une sorte de retour d'expérience suite à l'accomplissement de la mission pour respecter les contraintes sociales et législatives qui cadrent le métier de l'exploitation.

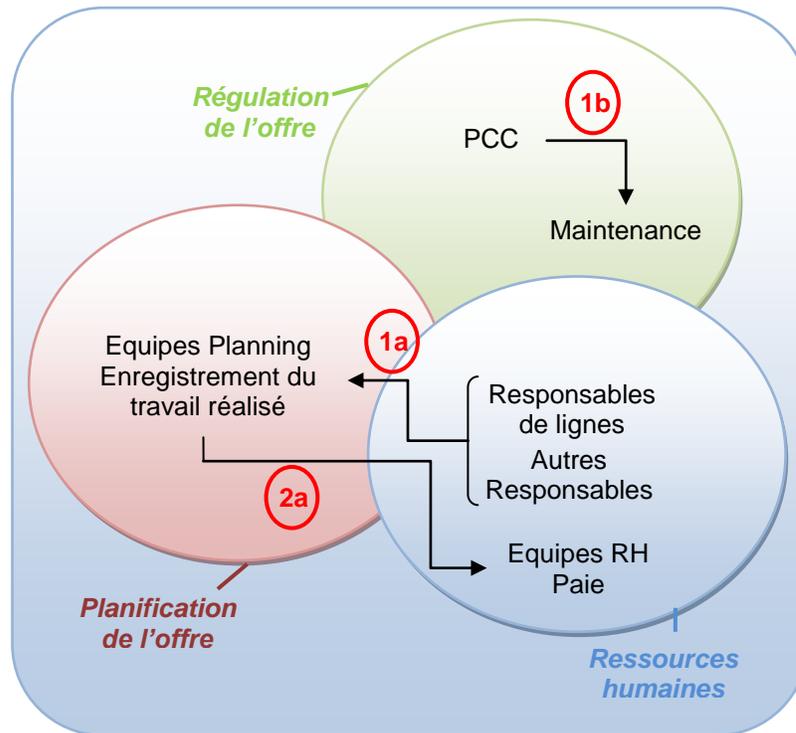


Figure 13 : Mécanisme de la 3<sup>ème</sup> étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto

Source : Steve Almosni

Gestion du personnel

1a. Transmission des horaires effectués

Dans cette troisième étape, la première des tâches est de transmettre aux équipes du planning les heures de travail effectuées par les agents. En effet, ces derniers ayant effectués les roulements et les affectations théoriques sur une certaine période (deux

Gestion du matériel

1b. Maintenance

Comme nous l'avons vu, la maintenance des matériels utilisés s'effectue à deux niveaux : les installations fixes et les matériels roulant. Pendant et à la fin de chaque journée de fonctionnement, les matériels qui doivent subir des réparations

semaines), il est nécessaire qu'une fois les services réalisés, ils puissent comparer la théorie et la pratique, réajuster si besoin est, et avoir les données nécessaires à éditer la suite des affectations

#### 2a. Les fiches de paie

Les contraintes sociales qui cadrent l'activité de l'exploitation sont présentes du début à la fin du système. Ici il s'agit de la rémunération des agents pour le travail effectué. Une fois les heures de travail réajustées et enregistrées par les équipes de planning, tous les mois sont éditées les fiches de paie où est calculée la rémunération des agents

sont entre les mains de la maintenance. Afin de pouvoir ajuster l'offre en fonction de l'état du réseau, il est nécessaire que les personnes en charge de planifier l'offre matériel sachent comment se présente le réseau.

C'est l'objet de cette unique étape à ce stade du processus global. Les équipes de maintenance communiquent tous les jours l'état du réseau au PCC afin que ce dernier puisse identifier et caler l'offre en matériel d'exploitation.

La chaîne d'exploitation est donc un mécanisme simple dans sa théorie mais qui reste relativement complexe à mettre en place. Nous nous sommes référés ici aux enseignements que j'ai pu tirer de mon expérience au sein du métro de Porto. La complexité de ce système dépend assez largement des caractéristiques du réseau : plus il y a de lignes, plus le service attendu est important, plus il y a d'agents et plus les interactions deviennent fortes.

Nous avons vu que les trois aspects de l'exploitation, que sont l'aspect commercial, l'aspect économique et l'aspect social, sont présents à tous les niveaux du processus d'exploitation, à différents degrés d'implication. C'est aussi cette triple identité accordée au milieu de l'exploitation qui rend le travail plus compliqué qu'il n'y paraît en théorie. En effet, l'exploitation d'un réseau de transport base toute sa théorie sur des aspects dont les caractéristiques tout au long du processus sont très instables : une absence de conducteurs, une panne sur un véhicule, ou une grève sont autant d'évènements qui remettent à chaque instant en cause l'équilibre du système. Au regard de ce que nous venons d'étudier, notre problématique prend alors tout son sens. En effet, nous cherchons à déterminer les points d'amélioration d'une chaîne d'exploitation en nous basant sur l'exemple du métro de Porto. Dans cette partie, nous venons

de voir la multiplicité des acteurs présents dans la chaîne d'exploitation, leurs nombreuses interactions, mais aussi l'équilibre instable entre les trois aspects de l'exploitation, présent tout au long du processus. La bonne succession de l'ensemble des tâches auxquelles l'exploitant doit se conformer pour accomplir ses missions est donc un premier pas vers une marche optimale du système.

Dans la partie suivante, nous allons donc nous focaliser sur ce sujet en étudiant les points qui posent aujourd'hui quelques difficultés à l'exploitant Transdev dans la mission que l'autorité organisatrice lui a concédé. Cette seconde étape dans notre étude sera notre patron pour proposer par la suite des propositions d'amélioration de la chaîne d'exploitation, dans le but de répondre à notre problématique.

## **Partie 2: La chaîne d'exploitation du métro de Porto, ses possibles lieux d'améliorations**

---

Toute entreprise a pour principal objectif de produire le plus efficacement possible. Cela peut d'une part se traduire par une adéquation entre la qualité du produit et les attentes de ses utilisateurs et par le respect des lois de l'offre et de la demande. Mais cela peut également se traduire par une organisation et par un mécanisme de la chaîne de production les plus optimaux : produire le plus au moindre coût. Cette théorie s'applique bien évidemment à l'entreprise exploitante d'un réseau de transports.

Cependant, les marges de manœuvre relatives à la conception et à la définition du produit final restent très limitées. Bien que force de proposition, un exploitant reste avant tout l'exécutant des consignes données par l'autorité organisatrice. C'est pourquoi, afin d'améliorer les performances d'un exploitant, il serait plus intéressant de se pencher sur la manière dont est conçu le produit, c'est-à-dire sur la chaîne d'exploitation.

Dans la première phase du projet, il a s'agit de s'intéresser de manière détaillée à l'exploitation du métro de Porto. Nous avons de fil en aiguille affiné notre analyse sur le fonctionnement de sa chaîne d'exploitation. Désormais, nous pouvons nous attacher à la question qui préoccupe Transdev aujourd'hui, à savoir où serait-il possible d'améliorer la chaîne d'exploitation et pourquoi ? Le but de cette partie est alors de se pencher sur ces lieux du processus opératoire qui, pour les raisons que nous expliquerons, peuvent sans doute être améliorés.

Pour tenter de répondre à cette question, cette étude va d'une part s'intéresser à la question de la maîtrise et de la puissance des outils de l'exploitation comme potentiel vecteur de perfectionnement de la chaîne d'exploitation du métro de Porto. En effet, il faut savoir que le milieu de l'exploitation devient de plus en plus sophistiqué, où l'utilisation de logiciels puissants est assez courante. La maîtrise de ces différents outils est par conséquent un élément majeur pour que la chaîne de production fonctionne correctement.

Ensuite, notre précédente analyse de la chaîne d'exploitation nous a montré qu'un important nombre d'acteurs interagissent tout au long du mécanisme. En plus de maîtriser parfaitement les outils utilisés dans l'exploitation, il paraît donc essentiel que l'ensemble des interactions intervenant dans le processus soient optimales. Chacune des opérations du mécanisme étant dépendantes les unes des autres, cette étude va tenter d'établir un diagnostic de ces interfaces afin d'identifier les possibles progrès. Il sera enfin question d'évoquer les performances chiffrées de la chaîne d'exploitation du métro de Porto comme témoin pour la partie qui suivra traitant des pistes d'amélioration du système.

## I. Maîtrise et puissance des différents logiciels d'exploitation

Tout au long du processus d'exploitation, il est nécessaire de fabriquer certains documents d'exploitation relativement forts, et essentiels pour l'ensemble des opérations qui se succèdent. En particulier, si nous nous référons à la première phase du processus d'exploitation, sur la *Figure 9: Mécanisme de la 1ère étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto* de la partie précédente, nous voyons que la plupart des objets sont créés pendant cette étape du mécanisme (graphicage, habillage, ...). Relativement simples dans leur théorie, la multiplicité des paramètres à prendre en compte dans la réalisation de ces objets, paramètres aussi bien sociaux que techniques, font qu'aujourd'hui tous les exploitants doivent se doter d'outils informatiques performants pour accomplir leur mission proprement. C'est bien évidemment aussi le cas pour Transdev à Porto.

Aujourd'hui, bien que ces outils informatiques soient relativement performants, il semblerait possible d'augmenter leur efficacité et de les adapter aux besoins de Transdev. C'est ce dont nous allons parler maintenant.

### 1. Réalisation du graphicage et de l'habillage, Hastus

La réalisation du graphicage est une des opérations essentielles du mécanisme car, comme nous l'avons vu dans la partie précédente, c'est le point de départ pour l'ensemble des opérations du mécanisme. Aujourd'hui, pour effectuer cette tâche, ainsi que la tâche suivante, l'habillage, Transdev Porto a acheté les droits d'un logiciel, Hastus. La version utilisée ici n'est pas la plus récente, c'est la version V5.12.1. Elle ne permet d'effectuer que ces deux opérations. De plus, dans la réalisation de ces deux objets, les équipes de la planification de l'offre de Transdev Porto rencontrent quelques difficultés. Ces difficultés peuvent résider dans deux aspects bien différents : d'une part une maîtrise parfois insuffisante des logiciels, et d'autre part dans la puissance parfois limitée des outils au regard de ce que le mécanisme demande.

Prenons quelques exemples, sans rentrer dans le détail technique des opérations.

#### a. Graphicage

Lors de la fabrication du graphicage, plusieurs exemples peuvent témoigner d'un processus qui n'est pas optimal.

Lors de la création du graphicage, il est nécessaire de faire figurer plusieurs variantes de lignes du réseau, selon que les rames en circulation empruntent telle ou telle voie, qu'elles s'arrêtent à telle ou telle station, etc. La simple édition de ces variantes de lignes, une fois créées, demande aux équipes du planning quelques manipulations inutiles et longues (dont je passerai le détail) qu'une meilleure connaissance du programme limiterait. Cela rend moins flexible la création du graphicage, et réduit fortement les possibilités de manipulation de ce dernier.

Un second exemple peut témoigner de l'insuffisance du logiciel actuellement utilisé. Lors d'évènements spéciaux, il arrive que le réseau ait à fonctionner le jour, et la nuit, et ce pendant plusieurs jours d'affilé. Or, la version d'Hastus actuellement utilisée ne permet pas d'effectuer un graphicage sur plus de 30 heures. Ainsi, manuellement, les équipes doivent recoller plusieurs graphicages de suite pour recouvrir l'ensemble de la période de fonctionnement du réseau.

Ces deux manipulations semblent futiles par rapport à l'ensemble du mécanisme mis en place pour exploiter le réseau, mais elles ont sans aucun doute des conséquences dommageables sur l'ensemble des opérations à effectuer (notamment en termes de temps de production et d'erreurs commises).

#### b. Habillage

L'habillage est la seconde tâche effectuée à l'aide du logiciel Hastus. Il suit directement le graphicage. Là aussi, les équipes du planning utilisent des méthodes de travail qu'il serait intéressant de revoir, méthodes de travail provenant une nouvelle fois sans doute d'une maîtrise limitée de l'outil Hastus, ainsi que des performances du logiciel aujourd'hui insuffisantes.

L'habillage consiste à créer les services conducteurs sur les services voitures (créés lors du graphicage). Certains paramètres rentrent en compte, dont principalement la réglementation sociale. C'est pourquoi, afin de respecter cette réglementation sociale, il est nécessaire que plusieurs services conducteurs habillent un service voiture. La question ici de la relève des différents conducteurs posent des difficultés aux équipes de la planification de l'offre.

En effet, soit parce que la version d'Hastus utilisée ne le permet pas, ou bien parce ses utilisateurs ne la maîtrisent pas suffisamment bien, il est nécessaire de créer l'ensemble des relèves des conducteurs manuellement. Ce travail est relativement fastidieux, mais néanmoins capital pour le bon fonctionnement du réseau.

Par ailleurs, la réglementation sociale de l'entreprise prévoit que chaque conducteur doit effectuer sa prise de service et sa fin de service au même endroit (dépôt, local en ligne,...). Pour cela, si des relèves conducteurs ont par exemple lieu en ligne, et que le conducteur doit retourner sur le lieu de prise de service, il existe des voitures qui leur sont mises à disposition. Afin d'optimiser l'usage de ces voitures, au nombre limité, les équipes de planification de l'offre se prêtent à la répartition manuelle des conducteurs concernés dans ces quelques voitures. Encore une fois cette méthode présente quelques aspects qui mériteraient d'être revus (d'autant plus qu'un grand nombre de conducteurs peut être concerné par cette opération). De plus, à la suite de cette manipulation, il est nécessaire de faire figurer ces nouveaux morceaux de services conducteurs sur ceux initialement édités à la suite du graphigage. Au regard du nombre de services journalier (plus de 200), ce travail prend un temps assez conséquent et est probablement source de multiples erreurs de manipulation. En somme, cette opération, banale et répétitive dans le milieu de l'exploitation, n'en est pas moins lourde de conséquences sur la productivité de la chaîne d'exploitation.

## 2. Réalisation des roulements et des affectations des agents, FDS

L'édition du roulement des agents et l'affectation des services aux agents sont les deux dernières étapes de la planification de l'offre (si nous ne comptons pas la fabrication des documents d'exploitation). Ces opérations sont très importantes pour la chaîne d'exploitation, mais posent aujourd'hui quelques difficultés surmontables.

Ces deux opérations ne sont pas effectuées par Hastus mais par un autre logiciel qui s'appelle FDS (Feuille De Service).

Le logiciel FDS, Feuille De Service, est un outil développé par l'entreprise française SOPRA Group. Il est utilisé ici pour remplir ces deux dernières fonctions de la planification de l'offre. La version utilisée à Transdev Porto est la Version 3.52, installée à l'origine même du projet de métro à Porto (en 2001). Depuis, le matériel n'a évolué que pour des modifications dans son paramétrage, alors que le réseau lui s'est très largement développé.

Peu de réseaux utilisent encore ce logiciel. Le réseau Transdev de Grenoble en a encore l'usage, mais reste un des rares utilisateurs.

A cause d'une capacité limitée du logiciel ou à cause d'une connaissance incomplète de toutes ses applications possibles, aujourd'hui les équipes de la planification de l'offre n'utilisent pas FDS pour réaliser le roulement des agents. Ils le réalisent manuellement, en tentant de respecter les règles sociales en vigueur. FDS permet ensuite de vérifier la justesse des informations créées.

Cette tâche, encore une fois capitale pour la suite des opérations, pourrait être améliorée en la rendant plus automatique. Aujourd'hui, elle nécessite donc un important investissement

temporel des personnes qui l'effectuent. Par ailleurs, comme ce travail est fait manuellement (et souvent dans la précipitation), nous ne sommes malheureusement pas à l'abri d'erreurs, ou du moins la rotation réalisée n'est peut-être pas la plus optimale.

Ces méthodes de travail au sein des équipes de planning laissent supposer un fort potentiel de perfectionnement. En particulier, ces méthodes de travail réduisent les performances de Transdev dans son souci de flexibilité, souci majeur de l'entreprise. Lors de mon passage au sein de Transdev Porto, j'ai par exemple assisté à plusieurs remises à jour du planning pour cause de grève ou à cause d'évènements bien particuliers (la fête des étudiants ou la fête municipale de la São-João par exemple). Bien que Transdev ait réussi à gérer chacun de ces évènements, le travail de planification de l'offre s'opérait avec une certaine précipitation qui suggère des méthodes de travail révisables.

Le paragraphe précédent fait l'analyse d'un possible lieu d'amélioration de la chaîne d'exploitation. Mais comme nous l'avons évoqué en introduction de ce chapitre, cette étude va également se pencher sur la gestion des interfaces comme potentiel point fort d'optimisation.

## II. Interfaces entre les logiciels

Nous venons de voir que dans la chaîne d'exploitation, un certain nombre d'outils informatiques sont censés participer au bon fonctionnement du mécanisme. Or, dans la première partie de notre étude, nous n'avons pas manqué de remarquer l'importance des interactions entre tous les pôles et entre tous les acteurs de la chaîne d'exploitation.

Notre projet est de rendre meilleure la chaîne d'exploitation. Pour cela, forts de notre analyse de la chaîne d'exploitation de la partie précédente, nous pouvons maintenant orienter notre étude selon deux directions : afin d'optimiser les communications entre les différents acteurs de l'exploitation, soit nous réduisons le nombre des interactions (ce qui revient à réduire le nombre d'étapes successives de la chaîne), ou soit nous optimisons la communication entre toutes les étapes de la chaîne.

Dans la partie précédente, nous avons étudié le fonctionnement d'une chaîne d'exploitation, en nous basant sur celle du métro de Porto. La succession des différentes étapes de cette chaîne (graphicage, habillage,...) est un mécanisme que nous pouvons retrouver dans toute chaîne d'exploitation d'un réseau de transports. Bien que la manière dont sont effectuées ces opérations puisse différer, le fond reste le même. Par conséquent, nous pouvons penser qu'il n'est pas possible de réduire le nombre d'étapes successives de la chaîne d'exploitation.

Ainsi, pour identifier les points perfectibles du mécanisme, il serait judicieux de se pencher sur les interfaces entre chaque opération de la chaîne de production plutôt que sur le nombre de ces interfaces.

Il existe aujourd'hui un certain nombre d'interfaces entre les différentes tâches successives de la chaîne d'exploitation du métro de Porto. Certaines sont opérationnelles, mais d'autres ne le sont moins.

Dans cette partie nous allons analyser ces interfaces afin d'établir un diagnostic le plus complet des optimisations possibles de la chaîne d'exploitation du métro de Porto. Pour ce faire, nous allons d'abord établir un schéma de l'ensemble des interfaces occurrentes dans le mécanisme, aussi bien les fonctionnelles que les autres.

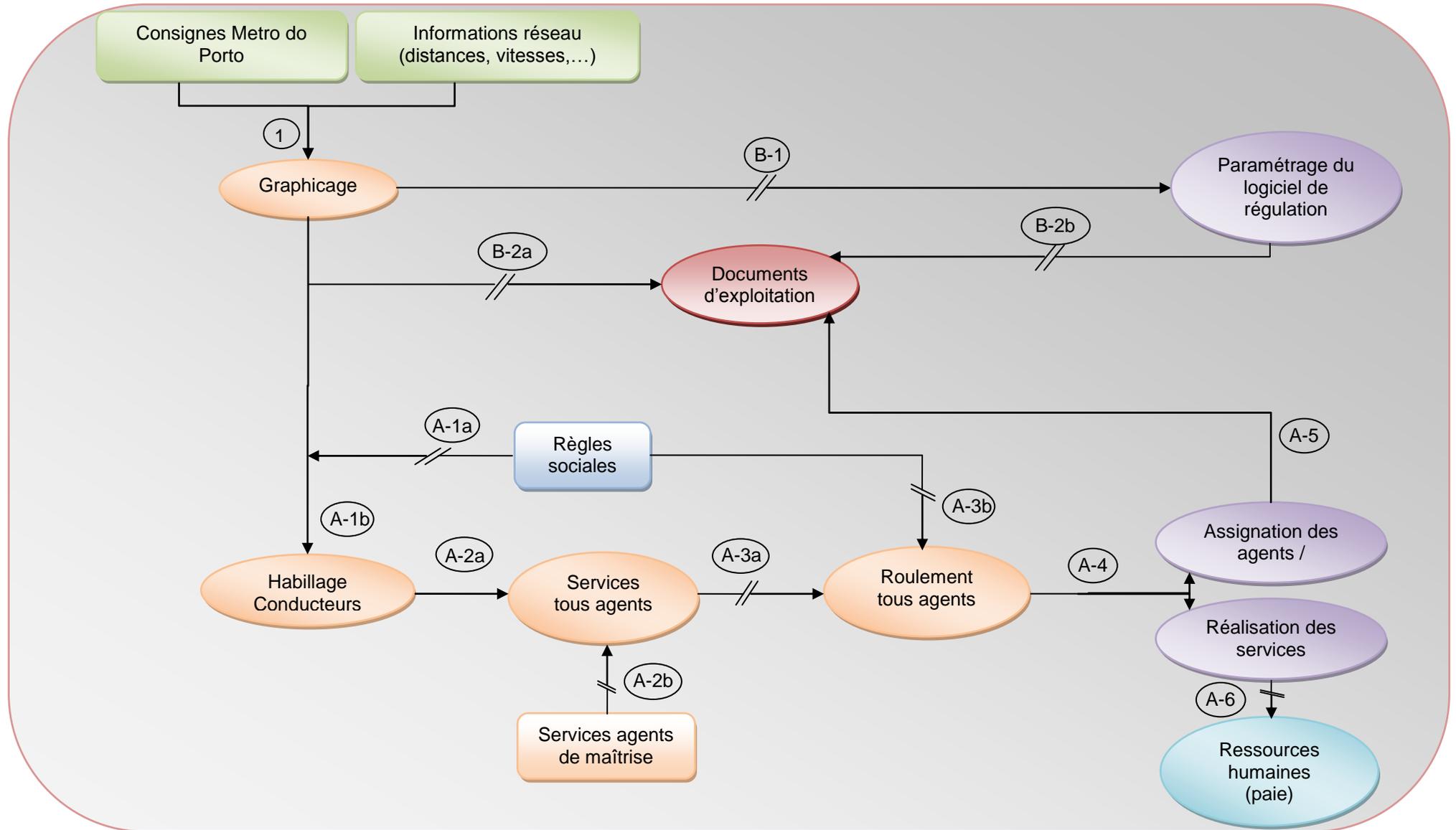


Figure 14 : Schéma des interfaces de la chaîne d'exploitation du métro de Porto  
Source : Steve Almosni

Les interfaces entre les logiciels informatiques représentent un lieu de la chaîne qu'il est indispensable d'optimiser pour la rendre performante. Dans le cadre de notre étude nous devons alors nous intéresser profondément à cette question de la communication entre logiciels. A Transdev Porto, plusieurs entreprises, de tous les pays, fournissent des produits et des solutions informatiques. Il n'est donc pas évident et immédiat de parvenir à une communication idéale entre tous les produits utilisés.

Le schéma précédent retrace l'ensemble des communications de la chaîne d'exploitation, communications qui parfois nécessitent soit une compatibilité immédiate entre logiciels, soit la création d'interfaces spécifiques. Ce schéma nous donne un bon aperçu de toutes les communications entre logiciels ayant la nécessité d'être plus efficace pour rendre la chaîne productive.

En général il est possible de construire des interfaces opérationnelles entre logiciels, surtout que les logiciels utilisés dans l'exploitation ne sont pas nombreux. En fait, les difficultés dans la communication entre les logiciels peuvent bien évidemment résider dans une mauvaise manipulation des interfaces, mais aussi dans la multiplicité des fournisseurs. En effet, les fournisseurs de logiciels sont aussi des entreprises privées qui n'ont pas nécessairement intérêt, pour quelque raison, à développer quelque interface. Par ailleurs, en plus des spécificités de chaque logiciel selon son fournisseur, les spécificités de chaque réseau rendent chaque logiciel et chaque interface bien particulière. Par conséquent, l'optimisation des interfaces nécessite le consensus entre les fournisseurs des produits, l'exploitant et l'autorité organisatrice.

Dans notre schéma, nous pouvons constater qu'un certain nombre de connections seraient susceptibles d'être meilleures. Nous allons en voir le détail tout de suite.

Dans le schéma des interfaces, toutes les interfaces portent un nom (X-Yz) :

- X = A (gestion du personnel) ou B (gestion des matériels)
- Y correspond au numéro de l'interface dans la succession des différentes étapes
- enfin, j'ai ajouté le z car dans certains cas plusieurs interfaces sont nécessaires à la confection d'un même document.

Comme ce fut le cas jusqu'à présent, nous allons détailler notre analyse sur les carences des différentes interfaces en séparant bien celles qui ont trait à la gestion des ressources humaines et celles liées à la gestion des matériels.

## 1. Gestion du personnel

### ✚ A-1a, L'incrémentation des règles sociales dans Hastus

Comme nous l'avons exposé précédemment, Transdev Porto utilise Hastus pour exécuter les tâches du graphycage et de l'habillage. Dans la pratique, le graphycage sert de base à la fabrication de l'habillage (les services conducteurs sont en effet disposés directement sur les services voitures). Afin d'optimiser cette disposition, Hastus possède une application bien spécifique. Cependant, cette application nécessite un parfait paramétrage de l'outil, au niveau des paramètres liés à la réglementation sociale notamment. Cette application d'Hastus, qui permet à partir d'un certain paramétrage, d'optimiser l'habillage, n'est pas utilisée à Transdev Porto. Cela limite donc la rapidité d'exécution de l'habillage ainsi que son optimisation.

### ✚ A-2b, Incrémentation des services des agents de maîtrise dans FDS

A partir d'Hastus, il est possible d'accéder aux services conducteurs grâce à la réalisation de l'habillage. Cet habillage ne fait figurer cependant que les services conducteurs. Or, le roulement et l'affectation des agents concernent l'ensemble des agents, ceux de la conduite comme ceux de la maîtrise. Par conséquent, afin d'exporter l'ensemble des services des agents dans l'outil FDS, les équipes du planning effectuent une opération manuelle, qui suit le schéma suivant :

- exportation d'un fichier .txt depuis Hastus retraçant l'ensemble des services conducteurs,
- fabrication manuelle d'un fichier .txt retraçant l'ensemble des autres services, fichier respectant la même case que celui exporté depuis Hastus,
- assemblage de l'ensemble des services sur un seul et unique fichier .txt, et export vers FDS.

Cette manipulation rend moins flexible l'import des données dans FDS, ce qui se traduit en termes de productivité dans la gestion de nouveaux horaires.

### ✚ A-3a, la réalisation des grilles de roulement

La réalisation des grilles de roulement se fait manuellement sur le logiciel FDS. Afin de réaliser cette grille, il est nécessaire de connaître l'ensemble des services de tous les agents de

l'exploitation. C'est le but de l'étape précédente (où l'on rassemble l'ensemble des services des agents).

Il existe actuellement une interface entre ce fichier .txt regroupant tous les services des agents et le logiciel FDS. Cette interface est aujourd'hui plus ou moins opérationnelle.

D'une part, lorsque les services des agents (agents de conduite ou agents de maîtrise) changent (lors d'un évènement spécial, lors d'une grève d'une partie du personnel,...), la grille de roulement est également modifiée. Aujourd'hui, la maîtrise actuelle de l'interface entre la création des services et la réalisation de la grille de roulement, ne permet pas d'isoler une période où les services ne sont pas les mêmes. Par conséquent, à chaque changement dans les caractéristiques des services, l'ensemble du travail d'exportation est à refaire, pour la période où le service change, ainsi que celle où il reprend son cours normal.

Ce travail est relativement long et vraisemblablement dispensable sous réserve d'une meilleure connaissance des outils utilisés.

Par ailleurs, il réside une seconde difficulté dans l'exportation des services des agents vers le logiciel FDS. Comme nous l'avons vu lors de l'étape A-2b du schéma des interfaces, l'ensemble des services sont regroupés sur un seul et unique fichier, sans distinction a priori des caractéristiques des différents agents (agents de conduite, régulateurs, agents de stations,...). Cette exportation regroupée pose quelques difficultés aux équipes de la planification de l'offre. En effet, lors du fonctionnement du réseau, il arrive que certaines catégories de travailleurs aient à effectuer des services particuliers (c'est typiquement le cas lors d'une grève des conducteurs uniquement). Dans ce cas là, les équipes de la planification de l'offre ne parviennent pas à isoler une catégorie de travail, indépendamment des autres, pour y effectuer des modifications. Ainsi, lorsque les services d'une catégorie d'agents sont modifiés sur une période donnée, il est nécessaire de reprendre également les autres, même si leurs caractéristiques n'ont pas changé. Une nouvelle fois, cette méthode de travail est de nature à réduire la productivité et l'efficacité de Transdev, notamment dans son objectif de flexibilité. Il serait donc pertinent de s'y intéresser pour l'améliorer.

- ✚ A-6, Transfert des heures de travail effectuées par les agents vers les ressources humaines

Cette opération a lieu dans la dernière phase du processus d'exploitation (voir *Figure 13: Mécanisme de la 3ème étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto*). En fin de fonctionnement du réseau, les équipes de planification de l'offre récupèrent les informations sur

les heures de travail effectuées par l'ensemble des agents afin de réajuster leur affectation sur la grille de roulement.

Cette opération est rendue possible sur le logiciel FDS qui enregistre automatiquement l'ensemble des missions remplies par chaque agent. Or, comme dans toute entreprise, tous les mois les agents d'exécution ont droit à leur salaire, dont le décompte est détaillé sur la fiche de paie. Pour réaliser cette fiche de paie, les données enregistrées quotidiennement sur FDS sont exportées vers un autre logiciel, développé par l'entreprise IBS, implantée au Portugal.

Sur le schéma précédent, nous pouvons constater que l'exécution de cette tâche peut vraisemblablement être plus performante, et ce pour plusieurs raisons. En fait, à l'instar des opérations entre Hastus et FDS, il existe une interface entre FDS et le logiciel IBS, mais qui aujourd'hui ne semble pas très opérationnelle. Plus précisément, lors de la communication entre les deux logiciels, des erreurs viennent s'incruster dans les données exportées. Ce sont des petites erreurs, récurrentes, mais qui demandent aux équipes des ressources humaines une correction manuelle systématique. Le nombre important d'agents dont les heures de travail exportées contiennent des erreurs implique donc une charge de travail supplémentaire assez volumineuse pour que les ressources humaines puissent rétablir les informations correctes.

Une meilleure programmation du logiciel exportant les données permettrait de corriger ce phénomène, nous en reparlerons plus loin dans l'étude.

## 2. Gestion du matériel

### ✚ B-1, transfert des données du graphicaage vers le PCC

L'étape de la chaîne d'exploitation qui consiste à transférer les données du graphicaage vers le PCC est certainement, à l'heure actuelle, l'une des plus perfectibles possibles de la chaîne d'exploitation du métro de Porto.

Cette étape a pour but de fournir aux régulateurs les données théoriques du graphicaage (horaires des véhicules, leur positions à chaque instant,...). Les régulateurs ont en effet besoin de connaître l'ensemble des données du graphicaage pour pouvoir ajuster l'offre en temps réel (maintenir une certaine fréquence, respecter les horaires de passages,...), mais également pour que leurs interventions se fassent dans le respect des règles de sécurité en vigueur (sécurité autour des aiguillages, sécurité autour des carrefours, sécurité sur la vitesse de parcours,...). Le travail des régulateurs est donc relativement complet et demande de manipuler un certain nombre d'informations. Pour cela, le PCC utilise un logiciel, Train Management Support, TMS.

Ce logiciel est développé par l'entreprise canadienne Bombardier, fournisseur également du matériel roulant et de la signalisation du métro de Porto.

En fait, TMS permet de connaître en temps réel la position exacte et les caractéristiques d'exploitation de toutes les rames en fonctionnement sur le réseau (visualisables sur un tableau de bord géant). Au préalable, un enregistrement de toutes les informations théoriques d'exploitation du réseau permet aux régulateurs de caler le trafic sur l'offre qui a été planifiée. C'est précisément cet enregistrement qui n'est pas aujourd'hui optimal.

En fait, il n'existe à l'heure actuelle aucune interface entre les deux logiciels communiquant, Hastus et TMS. Par conséquent, l'ensemble des informations, riches et variées, sont reprises manuellement par les équipes du PCC une fois que les équipes de la planification de l'offre ont achevé la réalisation du graphicaage. Cette opération demande un fort investissement, alors que la tâche à effectuer est purement mécanique.

- ✚ B-2a, B-2b, regroupement de l'ensemble des informations d'exploitation dans les documents d'exploitation

Les documents d'exploitation sont des outils retraçant l'ensemble de l'activité journalière du réseau de métro. Tout y est indiqué : les horaires de circulation des voitures, les agents de conduites qui y sont à bord, les plannings de tous les agents d'exploitation, ... C'est un document très épais et fondamentalement utile à l'ensemble des acteurs de la régulation de l'offre (PCC et responsables d'agents en l'occurrence). Bien que nécessaire à la bonne marche du réseau, ce document n'en est pas moins important au niveau de la charge de travail qu'il représente. En fait, l'ensemble de l'information qui est contenue dans les documents d'exploitation est extrait des trois logiciels de planification et de régulation de l'offre: Hastus (interface B-2a du schéma X), FDS (interface A-5 du même schéma) et TMS (interface B-2b).

Parmi ces interfaces, celles qui sont corrigibles sont la B-2a, avec Hastus, et la B-2b, avec TMS. En fait, le problème ne réside pas dans la création de l'information. Autant sur Hastus que sur TMS, nous avons déjà évoqué améliorations possibles relatives à ces opérations. En réalité le problème se pose lors de la recherche et du tri de ces informations. Sur Hastus, il existe une application permettant de construire des listes, avec l'information que l'on souhaite y introduire. La connaissance actuelle du logiciel et sa programmation limitent le tri de ces informations de façon productive. Par ailleurs, les documents d'exploitation sont ici des fichiers .txt, qui après traitement deviennent des fichiers Excel. Ce traitement, pour passer d'un fichier .txt à un fichier .xls est représenté une certaine charge de travail qu'il serait intéressant de réduire pour

augmenter les performances de Transdev. Ces manipulations, encore une fois très mécaniques, occupent une grande partie de l'activité des équipes de planning.

En ce qui concerne l'interface du document d'exploitation avec TMS, l'information qui y est communiquée est essentiellement le numéro des voitures. En effet, bien que les services voitures ne changent pas quotidiennement, l'affectation des voitures elle, à l'inverse, change tous les jours. Cette activité, gérée depuis le PCC sur le support du graphichage, génère une information qui est transmise dans les documents d'exploitation. C'est l'unique information exportée depuis le poste de commande, mais il n'est pas évident d'exécuter cette opération. En effet, l'activité d'une voiture peut assez largement varier au cours d'une journée : service de réserve, service entretien, concernant un service voiture puis un autre, couplage de deux voitures ou découplage, ... C'est le suivi de l'activité des voitures qui est difficilement lisible sur les documents d'exploitation. Il serait donc envisageable de revoir le format du document où la disposition de l'information pour accroître les facilités dans la manipulation quotidienne de cet objet par les régulateurs.

Les points 1) et 2) nous ont permis d'avoir un certain regard sur possibilités d'améliorer le déroulement de la chaîne d'exploitation. Toutefois, la chaîne d'exploitation ne doit pas uniquement être optimale sur la forme. Elle doit également l'être sur le fond. Cela revient notamment à gérer de manière pertinente à la fois le matériel d'exploitation mais aussi les ressources humaines à disposition. Nous pouvons penser que c'est dans la phase de planification qu'il est plus intéressant de se pencher, cette phase étant consacrée à la gestion stratégique du réseau (en moyens humains, qui représentent les 2/3 des effectifs de Transdev, et en moyens matériels).

Les principaux acteurs de l'exploitation sont les agents de conduite, les agents de maîtrise, ainsi que « le matériel » d'exécution (nous devons garder à l'esprit que chaque étape de la chaîne d'exploitation fait intervenir un couplage entre la gestion des ressources humaines et la gestion du matériel). Il paraît donc normal d'orienter notre réflexion sur les manières dont sont exécutées les missions remplies par ces deux acteurs centraux de fond du processus.

Cependant, au cours de mon stage, nous n'avons pas porté une réelle réflexion sur cette piste. En effet cela demande un certain temps pour maîtriser le sujet d'optimisation unique de la chaîne d'exploitation et pour être en mesure d'y apporter une réflexion. Lors de mon stage, mon action s'est donc principalement focalisée sur le diagnostic du mécanisme opératoire du métro de Porto.

Cependant, nous pouvons avoir une idée des enjeux liés à l'optimisation de la gestion des ressources humaines et du matériel d'exploitation grâce à une récente étude portant justement sur cette problématique<sup>7</sup>. Cette étude porte sur l'optimisation dans la gestion des ressources humaines de l'exploitation d'un réseau ferré. Elle témoigne des impacts financiers que peut provoquer une remise en cause profonde de la manière dont sont gérées les ressources humaines du réseau. Elle montre donc qu'une gestion pertinente des ressources humaines peut contribuer assez considérablement à l'amélioration des performances d'un exploitant.

Cette étude ne se penche pas sur la gestion du matériel d'exploitation. Mais par analogie, nous pouvons penser qu'il est très probable qu'une réflexion relative à la gestion du matériel (voitures, énergie,...) peut sans aucun doute donner des résultats intéressants pour notre étude.

En somme, bien que chaque réseau de transports possède bien sûr ses propres caractéristiques, cette étude nous montre qu'il est vraisemblablement possible d'agir sur la disposition des ressources humaines d'un exploitant afin d'en améliorer les performances.

### 3. Eléments d'évaluation

L'analyse que nous venons de faire montre qu'il existe bel et bien quelques lieux perfectibles dans la chaîne d'exploitation du métro de Porto. Nous avons pu montrer à travers quelques exemples concrets la nature et les caractéristiques des perfections possibles. Nous n'avons cependant pas évalué la portée de ces dernières sur les performances de la chaîne de production. Dans le cadre de notre étude portant sur l'optimisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto, il est indispensable de modéliser l'investissement nécessaire à l'exécution de la chaîne d'exploitation. Ceci est d'autant plus important lors d'évènements spéciaux où Transdev souhaite accroître sa flexibilité et son adaptabilité actuelle.

Pour modéliser le système et évaluer les performances du système actuel, nous devons au préalable nous munir d'indicateurs et d'énoncer clairement nos hypothèses de simulations. C'est l'objet de ce chapitre.

---

<sup>7</sup> Etude menée par Frédéric Breton en 2005, <http://smultidoc.ish-lyon.cnrs.fr/document/20070713150458/00001000.pdf>

#### a. Indicateurs de performances

L'étude que nous avons menée nous a permis d'identifier les quelques points à améliorer dans la chaîne d'exploitation. Nous avons en particulier remarqué que ces points pouvaient être de nature différente. Cependant, leurs conséquences sur la chaîne restent semblables : un manque en productivité, en flexibilité et en qualité de travail.

Pour diagnostiquer entièrement la chaîne d'exploitation, nous devons alors mesurer ce manque. Pour ce faire, il serait alors à mon avis judicieux de se munir des deux indicateurs de performances suivants : le temps nécessaire pour accomplir l'ensemble de la chaîne d'exploitation, et le nombre de fautes commises tout au long du processus. Ces deux indicateurs sont intéressants car ils font directement référence à ce que l'on demande d'une chaîne de production quelconque : elle doit produire vite et être efficace, c'est-à-dire rapide et juste.

Cependant, dans le cas de notre étude, il n'est pas si aisé d'identifier clairement le temps nécessaire à l'exécution de chaque opération, ainsi que de déterminer les erreurs accumulées tout au long du processus. En effet, la mesure de ces indicateurs nécessiteraient de tirer une moyenne statistique de plusieurs expériences identiques en focalisant notre attention sur chacune des opérations de la chaîne. Or le milieu de l'exploitation ne peut pas se prêter à de telles activités pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ces expériences demandent une certaine disponibilité de la part de l'ensemble du personnel de l'entreprise. Or, la charge de travail incombant à chacun rend très limitée cette disponibilité. De plus, la notion de moyenne statistique repose sur deux éléments forts : l'existence d'un échantillon d'étude, et la représentativité statistique de cet échantillon. Pour construire un échantillon, il est nécessaire de multiplier une expérience plusieurs fois, avec les mêmes hypothèses. Or les hypothèses d'entrée de la chaîne d'exploitation ne sont que très rarement les mêmes. Ceci rend donc inconcevable la construction d'un quelconque échantillon d'étude, et, par la même occasion, la représentativité statistique de cet échantillon. La mesurabilité des indicateurs reste donc très limitée. Mais elle reste possible. En effet, depuis 2006, la structure du réseau est sensiblement la même. Par conséquent, ces deux dernières années, le métro de Porto a eu plus ou moins le même fonctionnement et le même rythme de vie chaque année. Ainsi, plutôt que de se focaliser sur les impacts des carences de la chaîne d'exploitation sur un instant donné, je pense qu'il serait pertinent d'en évaluer les impacts sur toute une année. L'année 2007 sera notre année de référence, celle à partir de laquelle nous étudierions les performances de la chaîne d'exploitation.

## b. Hypothèses

Bien que la manipulation des indicateurs de performances cités précédemment soit délicate, elle reste possible. Il est néanmoins nécessaire de bâtir un raisonnement logique pour les manipuler correctement.

Nous ne pouvons raisonner en parallèle sur un temps d'exécution d'opérations et sur un nombre d'erreurs commises si nous ne convertissons pas ces variables à la même unité. Pour cela, et pour la suite, il paraît naturel de convertir ces données en termes économiques, c'est-à-dire de monétariser ces variables.

La monétarisation du temps d'exécution paraît relativement simple. En connaissance du temps effectif passé sur une tâche et du salaire horaire de la personne effectuant l'opération, nous pouvons facilement accéder à cette donnée.

Le cas de la monétarisation des fautes commise dans la chaîne d'exploitation est bien moins simple. En effet, nous n'avons qu'un seul outil permettant de convertir en argent les erreurs commises Transdev (et de l'ensemble du consortium). Ce sont les pénalités que Metro do Porto inflige au consortium lorsque ce qui a été produit ne correspond pas à la commande (il y a donc des pénalités sur les retards, le manque de communication, des modes dégradés,...). Cet outil est intéressant, mais très limité. En effet, lors d'un problème survenant sur le réseau, il n'est pas possible de connaître l'origine exacte du dysfonctionnement. C'est pourquoi, bien qu'il soit très probable que les manquements à la chaîne d'exploitation provoquent des erreurs entraînant des sanctions financières pour Transdev, nous ne sommes pas en mesure de déterminer à quel degré l'exploitation est affectée.

Par conséquent, malgré l'existence et l'influence de ce paramètre, nous ne pouvons le considérer raisonnablement dans notre étude. Nous ne pouvons donc que travailler sur le calcul du temps d'exécution de la chaîne d'exploitation, et sur sa conversion monétaire.

L'étude que nous avons menée jusqu'à présent repose sur la volonté pour Transdev d'améliorer sa flexibilité, surtout lors de la confection de nouveaux services pour des événements spéciaux. Or, sur une année nous pouvons plus ou moins connaître ces nouveaux services, leur nombre ainsi que leurs caractéristiques. C'est pourquoi nous allons nous intéresser essentiellement aux performances de Transdev dans la gestion de ces derniers, lesquels sont :

- les services d'hiver et d'été
- le service spécial des Queima das Fitas (plus importante fête étudiante de Porto)

- les services spéciaux lors de festivités et festival (fête municipale de Porto, celle de Matosinhos, Noël, Nouvel An,...)
- les services spéciaux les jours de matchs de football (championnat du Portugal, Coupe du Portugal, Ligue des Champions).

Pour chacun de ces évènements, nous allons chercher à estimer le temps nécessaire aux opérations suivantes :

- le graphicage
- l'habillage
- le roulement et à l'affectation des conducteurs
- les interfaces Hastus/TMS et Hastus/FDS
- la construction des documents d'exploitation.

Tous ces évènements sont présents chaque année à Porto, et présentent d'années en années, plus ou moins les mêmes caractéristiques. Nous pouvons alors travailler sur cette base pour estimer le temps minimum nécessaire à la confection de nouveaux services. Il existe cependant plusieurs autres cas de figures qui nécessitent de modifier les services. Par exemple, en 2007 et 2008, Transdev a essuyé un cas de grève, qui a entraîné la révision à plusieurs reprises des caractéristiques des services. Il en est de même pour l'organisation de festivals, dont nous ne pouvons déterminer le nombre de façon théorique. Ainsi, nous pouvons penser qu'à travers l'évaluation des performances de Transdev dans sa gestion d'évènements spéciaux, nous nous restreignons au strict minimum connu des opérations.

Enfin, il nous reste à considérer un dernier aspect : le temps nécessaire à la gestion des ressources humaine, en fin de chaîne d'exploitation. Ce paramètre est différent des autres précédents car il ne varie pas beaucoup d'un mois à l'autre. Nous devons connaître le temps nécessaire à réaliser les fiches de paie de l'ensemble du personnel de l'exploitation sur un mois, pour ensuite le projeter sur une année.

Ainsi, nous pouvons avoir une connaissance approximative du temps d'exécution de la chaîne d'exploitation du métro de Porto lorsque le service est modifié, et sommes également en mesure d'évaluer la durée des opérations majeures du mécanisme. Intéressons alors aux résultats de notre modélisation

c. Résultats

Dans le tableau qui suit, apparaissent les résultats de notre modélisation. Celui-ci comprend non seulement un résumé de la nature des améliorations possible du processus, mais également les estimations chiffrées des opérations correspondantes. Il s'agit plus exactement d'une estimation du temps minimum nécessaire à l'exécution de l'ensemble de la chaîne d'exploitation sur une année, en considération des différents évènements spéciaux cités précédemment (*voir Annexe 4 : Détail de la modélisation performances de la chaîne d'exploitation du métro de Porto*)

		Difficultés				
		Nature			Impacts	
		Connaissance et puissance des Logiciels	Paramétrage des logiciels	Interface entre logiciels	Temps d'exécution (jours)	Coût
<b>Opérations</b>	Graphicage	X	X	X	190	12,350 €
	Habillage	X	X	X	88	5,720 €
	Roulement	X			54	3,510 €
	Interface Hastus/FDS	X	X		60	3,900 €
	Paie		X		15 x 12 mois	14,867 €
	Interface Hastus/TMS			X	32	2,080 €
	Documents d'exploitation	X	X		109	7,085 €
					<b>Total</b>	<b>49,512 €</b>

*Table 1 : Caractérisation et évaluation des défaillances de la chaîne d'exploitation du métro de Porto*  
*Source : Steve Almosni*

Ce tableau nous montre les coûts basiques liés directement à l'exécution des principales tâches incombant à l'exploitation du métro de Porto. J'ai en particulier ciblé sur les tâches qui aujourd'hui semblent améliorables, ce qui nous sera très utile pour la suite de l'étude.

Nous pouvons voir à travers ce tableau le fort impact lié par exemple à l'automatisation et au paramétrage des logiciels: l'habillage compte pour 50 heures d'exécution valant à peu près 3000€, et le transfert des données de Hastus à FDS, opération courante représente 41 heures de travail annuel. Cela reste important au regard de la tâche qui est effectuée.

Il en va de même pour la question de la connaissance des logiciels qui pousse par exemple les équipes de planning à passer plus de 70 heures dans la confection des documents d'exploitation. Pour avoir passé quelques temps auprès des équipes de planning et pour avoir observé l'ensemble des activités de l'exploitation, il n'est pas surprenant d'obtenir ces résultats. Nous

devons cependant émettre quelques réserves quant à la justesse de la modélisation. C'est l'objet du paragraphe qui suit.

#### d. Limites de la modélisation

Bien qu'intéressante pour la suite du projet, la modélisation des performances de la chaîne d'exploitation que nous venons d'effectuer présente certaines limites qu'il est nécessaire d'exposer pour la justesse de notre démarche.

Tout d'abord, force est de constater que nous ne pouvons pas considérer l'ensemble des indicateurs de performance de la chaîne d'exploitation. A défaut de pouvoir les manipuler convenablement tous, nous nous restreignons à l'unique mesure du temps d'exécution des différentes tâches de la chaîne d'exploitation. Cela limite considérablement l'évaluation chiffrée des performances du mécanisme.

Par ailleurs, la mesure même des temps d'exécution des différentes tâches de la chaîne d'exploitation se révèle être limitée. En effet, cette mesure de temps, pour un même type de commande venant de Metro do Porto, peut considérablement varier. Or, comme nous l'avons dit, le milieu de l'exploitation présente des caractéristiques qui rendent très difficiles les répétitions d'une même expérience dans le but d'arriver à une mesure moyenne d'un phénomène. Ainsi, bien que nous nous basions sur la mesure des tâches les plus stables et les plus répétitives, année par année, les résultats que nous obtenons ne sont pas basés sur une démarche purement scientifique, et sont par conséquent sujets à critiques.

## **Partie 3: La chaîne d'exploitation du métro de Porto, pistes d'amélioration**

---

Le projet qui fait l'objet de notre étude vise à améliorer la chaîne d'exploitation du métro de Porto. A ce niveau de l'étude, nous avons été jusqu'à l'identification de ses lieux d'amélioration. Globalement, cette étude révèle alors que la chaîne d'exploitation du métro de Porto présente certains points sensibles tant sur la maîtrise des outils de l'exploitation (des logiciels en l'occurrence), que sur la communication et les interfaces entre ces différents outils. Ayant schématisé et caractérisé ses points d'optimisation actuels du mécanisme de l'exploitation du métro de Porto, il devient alors bien plus aisé de pouvoir en proposer des améliorations. La reconsidération du système, dont le but est d'augmenter les performances de la chaîne, fait l'objet de cette dernière partie de l'étude.

Pour mener à bien cette dernière partie, nous allons dans un premier temps nous attarder à adopter un point de vue global des différents points relevés précédemment. Cette analyse nous sera utile pour déterminer notre angle d'attaque. En effet, il n'existe certainement pas une unique manière de traiter le problème, chaque manière dépendant du point de vue que l'on adopte sur le système. Dans notre cas, nous chercherons non pas à traiter les carences de la chaîne d'exploitation un par un, mais plutôt à globaliser le système et à rechercher les points de chute originels.

Une fois que nous aurons déterminé ces différents points de chute, alors nous pourrions réfléchir à des solutions envisageables pour perfectionner la chaîne d'exploitation. Nous proposerons ici des pistes de réflexion à partir desquelles nous étudierons les opportunités que présentent chacune d'elles. A partir de ces informations, nous pourrions ensuite étudier la pertinence de chacune des propositions au regard de ce qu'elles peuvent apporter au système, et de ce qu'elles coûtent.

Enfin, la dernière étape de cette étude porterait sur le choix de la solution à mettre en place au sein de Transdev pour améliorer la chaîne d'exploitation. Cette dernière étape consisterait alors en la rédaction d'un cahier des charges comprenant un certain nombre d'items (acteurs concernés et responsabilités, planning d'exécution des œuvres,...). Ce cahier des charges serait l'outil contractuel liant Transdev Porto à ses différents fournisseurs. Le suivi du contrat dans la mise en place effective du projet représenterait en quelque sorte l'aboutissement final de l'étude. Elle nous permettrait en effet d'avoir un certain retour sur expérience, toujours intéressant lors du pilotage d'un nouveau projet (comme c'est le cas ici à Transdev Porto).

Dans cette introduction sur la méthodologie que nous allons adopter dans la suite et fin de l'étude, certaines des étapes sont énoncées au conditionnel. En effet, à l'heure où ce rapport est rédigé, nous n'avons pas en ma possession l'ensemble des données chiffrées nécessaires à l'établissement d'une analyse complète. C'est pourquoi, nous ne pouvons ici que présenter une méthodologie d'étude, laquelle sera complétée au fur et à mesure de l'avancement effectif du projet.

Nous reparlerons en fin de rapport de ces impératifs temporels et organisationnels qui limitent la portée de l'étude.

## I. Pistes d'améliorations

### 1. Analyse globale du système

Jusqu'ici, nous avons mené une étude qui nous a montré l'existence d'un certains nombre de perfectionnements possibles dans le fonctionnement de la chaîne d'exploitation du métro de Porto. Ces perfectionnements ont trait non seulement à la connaissance et à la capacité insuffisante des logiciels, mais font également allusion aux interfaces entre les différents outils utilisés. Afin de trouver des solutions à ces différentes imperfections, il convient d'adopter un regard global sur tout le système.

Le schéma que nous avons étudié à la page 52 du rapport (*Figure 14*: *Schéma des interfaces de la chaîne d'exploitation du métro de Porto*), où sont exposées les différentes interfaces de la chaîne d'exploitation du métro de Porto, peut nous aider à considérer la chaîne d'exploitation dans son intégralité. En effet, nous pouvons distinguer trois chaînes d'actions successives pouvant être mieux gérées, et dont l'origine est la même, le graphigage sur Hastus :

- Graphigage (Hastus) / Habillage (Hastus) / Roulement (FDS) / Affectation des agents (FDS) / Paie (IBS)
- Graphigage (Hastus) / Préparation à la régulation de l'offre (TMS)
- Graphigage (Hastus) / Fabrication des documents d'exploitation / Incrémentation des informations sur les voitures (TMS)

A chacune des ces chaînes nous retrouvons des problématiques dont la nature et les caractéristiques sont similaires. Il serait donc intéressant pour la suite de s'interroger sur la

puissance et la maîtrise du logiciel Hastus. En effet, il est présent à l'origine de chacun des trois systèmes parallèles, et est donc sans doute à l'origine de quelques imperfections de la chaîne d'exploitation dans son ensemble.

Par conséquent, plutôt que d'isoler chaque point et de penser à des solutions indépendantes les unes des autres, il serait judicieux de tenter de chercher des axes d'améliorations du plus large au plus fin. Pour cela, nous pouvons désormais nous baser sur l'existence d'une origine commune à l'ensemble des trois chaînes d'exécution, et donc travailler en premier lieu sur le logiciel Hastus. Ensuite, afin de recouvrir le maximum de points d'optimisation et d'avoir le choix entre plusieurs possibilités, nous changerons de vision en nous focalisant plus précisément sur chacune des étapes de la chaîne.

## 2. Propositions d'améliorations

### a. Nouvelle version d'Hastus

Nous savons qu'Hastus était à l'origine de l'ensemble des différentes chaînes parallèles définissant la chaîne d'exploitation globale du métro de Porto. Or, la version actuelle du logiciel Hastus est relativement vieille, elle date de 1997.

Depuis 1997, GIRO, le constructeur du logiciel, a amélioré les performances de son outil en y ajoutant des modules très intéressants pour notre cas. Certains de ces modules, dont l'acquisition est bien sûr payante, concernent directement les soucis que nous avons pu relevés sur la chaîne d'exploitation. Le schéma ci-dessous détaille l'ensemble des modules aujourd'hui accessibles dans les versions plus récentes d'Hastus :

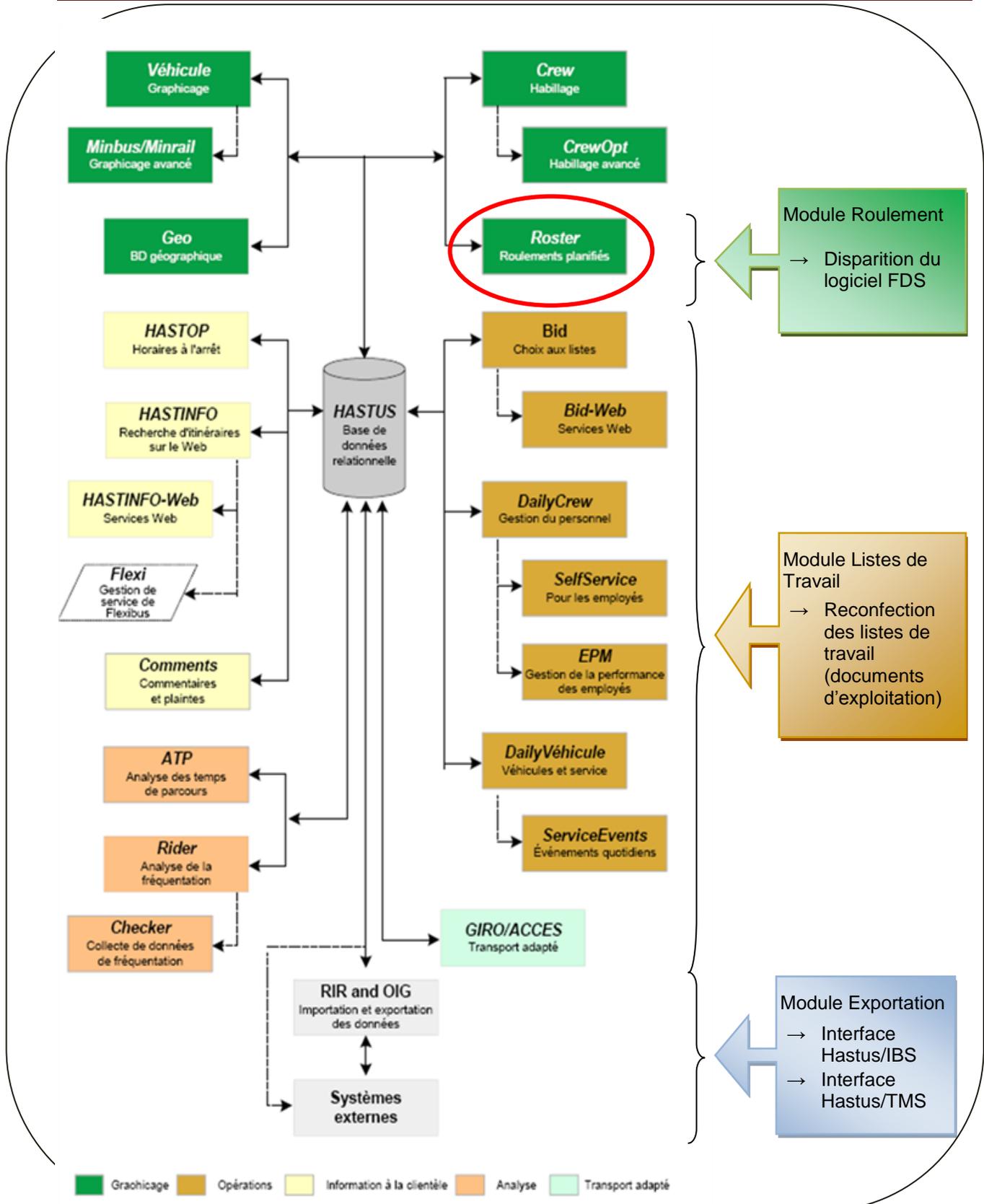


Figure 15 : Schéma des différents modules possibles sur Hastus  
Source: Giro, retouché par Steve Almosni

#### ✚ Points forts dans l'acquisition de certains modules d'Hastus

Le schéma précédent nous permet de focaliser sur certains modules d'Hastus, n'existant pas dans la version utilisée par Transdev, ou existant mais mal utilisés.

- Le module Roster,

Ce module est très intéressant dans notre cas. En effet, de la même manière qu'Hastus exécuterait le graphicaage et l'habillage, ce module permettrait d'exécuter également le roulement et l'affectation des conducteurs. C'est un module essentiel qui modifierait considérablement la chaîne d'exploitation : il rendrait le logiciel FDS obsolète, rendrait par conséquent le système plus flexible (car moins d'interface).

- Les opérations

Les différents modules de cette branche d'Hastus sont déjà présents sur la version utilisée aujourd'hui (si ce n'est la gestion du personnel, possible grâce au module Roster). Cependant, l'acquisition d'une nouvelle version d'Hastus demanderait de revoir la confection des différents modules présents dans cette branche. En particulier, revoir la confection et l'édition des différentes listes de travail seraient très bienfaisant pour la chaîne d'exploitation. C'est en effet à partir des listes de travail, exportées d'Hastus vers Excel, que sont fabriqués les documents d'exploitation. Réajuster la composition des listes de travail selon les besoins de Transdev améliorerait fortement la vitesse d'exécution dans la réalisation des documents d'exploitation, et a fortiori la chaîne d'exploitation.

- Les exportations

L'acquisition du module Roster ferait disparaître l'utilisation du logiciel FDS de la chaîne d'exploitation. Hastus serait donc directement en communication avec le logiciel IBS des ressources humaines. FDS présentant aujourd'hui des difficultés dans son interface avec IBS, l'acquisition du module Roster donnerait une opportunité de revoir entièrement l'interface, et donc de l'améliorer au grès des besoins de Transdev.

Il existe encore d'autres modules intéressants dans les versions plus récentes d'Hastus. Cependant, dans le cadre du projet d'optimisation de la chaîne d'exploitation, il n'est pas nécessaire d'en faire l'acquisition. Il est cependant certain qu'un logiciel complet, avec tous les modules possibles est garant de performances plus grandes. Mais l'acquisition de chaque

module ayant un certain coût, chaque acquisition doit réellement répondre à un besoin exprimé par l'exploitant dans l'exercice de sa mission.

✚ Les conditions requises à l'acquisition de nouveaux modules

- Formation des utilisateurs

A chaque acquisition d'un nouvel outil, pour que son utilisation soit performante, il serait nécessaire que son utilisateur le connaisse et le maîtrise parfaitement. C'est pourquoi, l'acquisition d'une nouvelle version d'Hastus rendrait nécessaire de former de nouveau les équipes du planning, principaux utilisateurs de l'outil Hastus.

- La confection des interfaces

L'acquisition de nouveaux modules d'Hastus peut considérablement modifier le schéma des interfaces de la chaîne d'exploitation. En particulier, l'acquisition du module Roster éliminerait l'utilisation du logiciel FDS. Par conséquent, dans le cas où ce module serait acquis, il serait nécessaire de confectionner une interface entre Hastus et IBS.

Par ailleurs, aujourd'hui il n'existe aucune interface entre Hastus et TMS. Bien que les modules soient nombreux dans les nouvelles versions d'Hastus, il n'existe pas d'interface préconstruite entre Hastus et TMS (et pour cause, les fournisseurs sont deux entreprises différentes). Par conséquent, avec une nouvelle version d'Hastus, ou sans nouvelle version, il reste indispensable de fabriquer une interface entre Hastus et TMS.

- La programmation du logiciel

Nous avons vu dans le schéma des interfaces que, bien que très présentes tout au long du processus, les règles sociales en vigueur sont mal comprises et mal considérées dans l'exécution de certaines tâches. L'acquisition de certains modules, comme le module Roster, demanderait une reprogrammation complète du logiciel. Il est nécessaire que la programmation et le paramétrage du logiciel soit parfaits pour que les applications possibles soient efficaces.

Au préalable de ce paramétrage du logiciel, il est alors indispensable de s'équiper d'un document clair et précis relatant l'ensemble des règles sociales qui régissent le travail des différents agents. Le paramétrage du logiciel passe également par la redéfinition des listes de travail des utilisateurs. Il appartient en effet à l'utilisateur de définir l'agencement de ces listes selon ses besoins. Nous avons évoqué l'intérêt de cette manipulation pour la construction des documents d'exploitation.

## b. Sans nouvelles acquisitions de modules d'Hastus

Nous avons vu auparavant que le logiciel Hastus représentait une pièce maîtresse de l'ensemble du processus de la chaîne d'exploitation. La maîtrise de ce logiciel, ainsi que sa communication avec le reste du système, sont autant de choses primordiales à la bonne cohésion de toute la chaîne. Nous avons vu dans la partie précédente que les performances de la chaîne d'exploitation pouvaient être fortement augmentées avec l'acquisition de nouveaux modules d'Hastus. Etudions maintenant si cela peut aussi être le cas sans ces importants investissements.

Dans le cas où Hastus resterait tel quel, nous devons adopter un point de vue différent de celui que nous venons d'avoir. Nous devons là nous concentrer sur la nature même des points d'amélioration de la chaîne d'exploitation et définir des solutions adéquates.

### Problème de la maîtrise des logiciels

Le problème de la maîtrise et de la connaissance parfaite des logiciels de l'exploitation provoque un certain malaise dans l'ensemble du mécanisme de la chaîne d'exploitation. En effet, à presque tous les niveaux, ou en tout cas aux niveaux clés du processus, les utilisateurs des logiciels ne semblent pas connaître pas parfaitement l'ensemble des possibilités de leurs outils. C'est en particulier le cas avec Hastus et FDS. Ce manque de connaissance peut être dû à la transmission relayée de l'information : une personne au sein de Transdev a été formée, et a formé par la suite ses collaborateurs, dans les équipes du planning entre autres. Seulement, par ce biais là, il est inévitable que certaines informations se perdent en cours de route, indépendamment de la volonté des formateurs.

Afin de pallier à ces carences dans la maîtrise des différents logiciels, il est indispensable que les différentes équipes utilisant des logiciels sophistiqués soient de nouveaux formés à ces derniers. Cette formation doit avoir pour but de compléter significativement les connaissances déjà acquises. Ainsi, certaines manipulations inutiles et sources d'erreurs pourraient être largement évitées (les roulements lors d'événements spéciaux par exemple).

- Problème de la programmation des logiciels

Le problème de la maîtrise des logiciels n'est pas l'unique souci que l'on a pu relever au cours de notre étude. Nous avons en effet évoqué le paramétrage des logiciels comme points majeur dans les possibilités de perfectionnement du système. Les paramétrages pouvant être meilleurs font essentiellement référence à la prise en considération des règles sociales en vigueur tout au long du processus (habillage conducteurs et roulement des agents en l'occurrence).

Une reprogrammation et un nouveau paramétrage des outils utilisés par Transdev permettraient d'améliorer significativement les performances de la chaîne d'exploitation.

- Problème des interfaces

Le problème des interfaces est présent à différents niveaux du processus. Nous avons par exemple vu que les interfaces Hastus/FDS ou FDS/IBS pouvaient sans doute être plus efficaces. Cependant, ces difficultés dans la communication entre ces logiciels résident principalement dans la connaissance des outils et dans leur paramétrage. En revanche, il existe une interface dont les capacités peuvent être très largement grandies. Il s'agit de l'interface entre Hastus et TMS, qui est totalement manuelle, malgré le nombre considérable d'informations à exporter.

Par conséquent, pour améliorer les performances de la chaîne d'exploitation, il est plus que nécessaire de créer cette interface.

Nous avons évoqué là deux pistes de réflexion pour améliorer le système de la chaîne d'exploitation. Ce ne sont certainement pas les seules possibles. Mais au regard non seulement de nos connaissances à ce niveau de l'étude, mais aussi de la vision globale des points d'améliorations de la chaîne d'exploitation, je pense qu'il serait judicieux de se pencher en priorité sur les fonctionnalités du programme Hastus et d'ajuster la suite des opérations aux performances de ce programme.

Voici dans le tableau ci-après un résumé des deux pistes d'améliorations évoquées dans cette partie, avec notamment un regard sur les actions à mener selon l'investissement entrepris.

	<b>Proposition 1: Nouvelle version d'Hastus</b>	<b>Proposition 2: Sans nouvelle version d'Hastus</b>
Description	Acquisition du module Roster + Interface Hastus/TMS	Interface Hastus/TMS + Formation + Paramétrage sur les autres logiciels
Investissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisition du module Roster</li> <li>- Paramétrage d'Hastus</li> <li>- Interface Hastus/IBS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation Hastus et FDS</li> <li>- Interface Hastus/TMS</li> <li>- Confection des listes de travail sur Hastus</li> <li>- Paramétrage Hastus, FDS</li> </ul>
Gain	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disparition de FDS               <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ ∅ Interface Hastus/FDS</li> <li>⇒ ∅ Interface FDS/IBS</li> </ul> </li> <li>- Automatisation du roulement</li> <li>- Automatisation de l'affectation des agents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plus grande maîtrise des logiciels</li> <li>- Existence de l'interface Hastus/TMS</li> <li>- Automatisation de la confection des listes de travail pour les documents d'exploitation</li> <li>- Opérationnalité de l'interface Hastus/FDS</li> <li>- Opérationnalité de l'interface FDS/IBS</li> </ul>

*Table 2 : Pistes d'amélioration pour la chaîne d'exploitation du métro de Porto*  
*Source : Steve Almosni*

A la vue de ce que nous avons pu analyser jusqu'à présent, nous ne pouvons prétendre avoir achevé complètement l'étude du projet d'optimisation de la chaîne d'exploitation. En effet, il manque deux éléments capitaux pour mener l'étude à son terme. Non seulement nous devons nous interroger sur la rentabilité des solutions envisagées, et pour cela établir une analyse comparative des différents investissements nécessaires. Par ailleurs, une fois l'analyse comparative effectuée, et par conséquent le choix d'une solution envisagé, l'étude de l'optimisation de la chaîne d'exploitation passe également par une réflexion sur la mise en place effective du projet.

A notre niveau d'avancement de l'étude, nous ne pouvons pas prétendre fournir quelque résultat sur l'une ou l'autre des actions citées précédemment. Cependant, nous pouvons présenter la méthodologie qu'il serait intéressant d'adopter pour mener à bien la suite et fin de cette étude. La présentation de cette méthodologie fait l'objet du chapitre suivant.

## II. Perspectives d'avenir

### 1. Choix d'une solution

#### a. Recherche des solutions

Nous avons évoqué précédemment un certain nombre de pistes pour améliorer le système de l'exploitation. Parmi ces propositions, certaines sont plus ou moins adaptées aux besoins et aux moyens de Transdev. Afin d'identifier la piste de réflexion la plus intéressante pour accroître les performances de Transdev et sa flexibilité, il serait alors nécessaire de mener une analyse comparative des différentes possibilités qui s'offrent à nous.

Nous n'avons évoqué ici que deux pistes de réflexion. Il est certain qu'il en existe sans aucun doute bien plus. Une étape préalable à toute analyse comparative est d'identifier réellement toutes les solutions envisageables de perfectionnement de la chaîne d'exploitation. Mon niveau de compétences techniques ne me permet pas de pouvoir seul juger de ces différentes possibilités. Par ailleurs, plutôt que de réfléchir seul à cette question, il est toujours plus enrichissant de procéder par une sorte de brainstorming avec différents professionnels du métier de l'exploitation pour déterminer l'ensemble des pistes d'amélioration envisageables. C'est ce que j'envisage pour cette étape préalable à la poursuite de l'étude.

Il existe en effet une filiale de Transdev dont le travail est justement de prendre part dans les réflexions sur l'exploitation de réseaux de transports, soit par exemple lors d'appels d'offre, ou soit pour perfectionner un système (comme c'est le cas pour notre projet). Etant donné que cette filiale de Transdev regroupe un ensemble d'experts sur les métiers de l'exploitation, cette filiale devrait prendre part à la réflexion que nous menons dans notre étude. Il a été aujourd'hui uniquement pensé de consulter ce groupe d'experts. Il est maintenant nécessaire de fixer des entretiens, qui ne pourront malheureusement avoir lieu qu'à la fin du moins d'août ou au courant du mois de septembre. Ces différents entretiens nous permettront à termes de connaître l'ensemble des solutions envisageables pour perfectionner la chaîne d'exploitation.

## b. Choix de la solution

La connaissance parfaite de l'ensemble des solutions envisageables pour améliorer le mécanisme de l'exploitation représente une étape essentielle préalable à la prise de quelque décision. La connaissance parfaite des différentes possibilités suppose la connaissance de l'ensemble de leurs caractéristiques : les investissements nécessaires, les rétributions attendues, les conséquences concrètes sur la chaîne d'exploitation. Ces éléments permettront d'évaluer la portée de chaque solution envisageable.

Une fois ces informations acquises, il sera alors possible de construire une analyse comparative des différentes solutions. Désormais, la question est de savoir comment mettre en place cette analyse.

Dans la partie consacrée à l'identification des points faibles de l'exploitation, nous avons vu qu'il n'était pas évident de traduire des performances dans les méthodes de travail en performances financières. Le cas inverse ne présente pas exactement les mêmes difficultés. En effet, d'une part la connaissance des investissements financiers est aisée à déterminer, mais d'autre part la traduction de ces investissements en temps de travail est simple à effectuer. Il suffit uniquement de se munir d'une hypothèse justifiée en termes de salaire horaire par exemple.

En revanche, il est bien plus délicat d'évaluer les impacts de chaque solution sur la chaîne d'exploitation. Nous en avons pourtant besoin pour identifier la portée de chaque solution et son adéquation aux besoins et aux moyens de Transdev Porto. Cette opération est délicate pour une raison que nous avons déjà plus ou moins évoquée. L'évaluation pratique d'un nouveau système repose essentiellement sur l'expérience. Or, au regard des investissements temporels, financiers et techniques que cela représente, il n'est tout simplement pas possible de tester un nouveau système, et évaluer par la suite ses performances. Nous devons par conséquent réfléchir en amont pour comparer les différents systèmes pouvant être mis en place.

Pour ce faire, envisageons cette analyse sous un autre angle. Il serait par exemple plus intéressant de considérer l'analyse en sens inverse : non pas évaluer directement les impacts de chaque solution sur les performances de chaîne d'exploitation, mais plutôt, pour chaque solution envisageable, évaluer ce à quoi doit se conformer la chaîne d'exploitation pour rendre rentable la solution.

Illustrons cette méthodologie. Prenons le cas d'une solution X dont l'investissement économique représente E euros. A condition de se munir d'hypothèses justifiables en termes de salaires horaires, nous pouvons alors traduire cet investissement en temps de travail.

Pour que la solution soit intéressante, elle doit être rentable. La solution la plus intéressante sera celle qui donne le plus de satisfaction à l'exploitant, au moindre coût. Ainsi, en connaissance de l'investissement temporel que demande chaque solution, cette dernière sera rentable si cet investissement temporel est inférieur au temps d'exécution global de la chaîne d'exploitation. En gros, si nous gagnons plus de temps dans l'exécution de la chaîne d'exploitation que ce que nous perdons dans notre investissement temporel, alors la solution est rentable. L'idée de l'analyse est alors de connaître le temps que doit gagner l'exécution de la chaîne d'exploitation améliorée selon la solution X pour rendre cette solution rentable.

Admettons que pour que la solution X soit rentable, il soit nécessaire que la chaîne d'exploitation gagne T heures. Nous répartissons ces T heures sur l'ensemble des opérations de la chaîne d'exploitation (que nous pouvons connaître depuis la partie 2 et l'identification des lieux d'amélioration de la chaîne d'exploitation). Ensuite, l'expérience des autres réseaux, l'expérience d'experts, nous indique s'il est envisageable ou non de gagner T1 heures sur le graphilage, ou T2 heures sur l'habillage, etc.

Ainsi, fort de cette analyse, nous pouvons non seulement identifier quelle solution est plus intéressante pour Transdev Porto, mais également estimer l'impact sur les performances de la chaîne d'exploitation.

Voici un résumé des étapes successives de cette méthodologie :

- 1 Identification de l'investissement économique de la solution X
- 2 Traduction de cet investissement économique, en investissement temporel T
- 3 Question : « Combien de temps doit gagner l'exécution de la chaîne d'exploitation pour amortir l'investissement ? »
- 4  $T_{diff} = \text{Temps d'exécution de la chaîne d'exploitation aujourd'hui} - T$
- 5 Répartition de  $T_{diff}$  sur l'ensemble des opérations mécanisme (référence à la clé de répartition actuelle, analysée dans la partie 2)
- 6 Analyse de la probabilité de la rentabilité de l'investissement par expérience
- 7 Classement des solutions selon leur rentabilité
- 8 Choix de la solution

### c. Limite de la méthodologie

La méthodologie présentée ci-dessus permettrait effectivement d'évaluer la portée de chaque solution. Malgré tout, elle présente d'importantes limites dans son application, limites qu'il est nécessaire d'évoquer.

A plusieurs niveaux de la méthodologie nous pouvons effectivement trouver des limites. Au niveau de la quatrième étape, nous pouvons penser que les résultats que nous obtiendrons ne pourront pas être exacts. En effet, à ce stade de la méthodologie proposée, nous nous basons sur des résultats acquis dans la deuxième partie qui eux-mêmes présentaient des limites.

Ensuite, l'approche que nous adoptons dans la 5<sup>ème</sup> étape, bien que facultative, ne se base pas sur une théorie ou un modèle prouvé. En effet, je propose de répartir les temps d'exécution à gagner sur les différentes tâches de la chaîne d'exploitation afin d'affiner les résultats et de fournir des résultats « qui parlent » d'avantage. Il est d'autant plus important que les résultats puissent nous rappeler des ordres de grandeurs que dans la 6<sup>ème</sup> étape de l'analyse nous proposons de réfléchir à la pertinence du temps gagné par comparaison avec d'autres systèmes semblables déjà connus.

Cette dernière étape, sur laquelle nous basons le choix final d'une solution, présente bien sûr des insuffisances. Elle repose en effet sur un jugement subjectif. Il s'agit de voir si une solution est plus ou moins envisageable au regard de ce qui se pratique de semblable dans d'autres réseaux de transports, ou de ce que l'expérience de différents experts peut nous éclairer. La comparaison et le jugement par l'expérience peuvent certes avoir un caractère scientifique, mais dans notre cas ce dernier reste limité par l'incomparabilité de plusieurs réseaux (caractéristiques et contexte jamais strictement semblables) et par le caractère subjectif de l'interprétation des résultats.

Ceci dit, en tant que cette méthode permet de juger des différentes solutions les unes relativement aux autres, alors cette méthode peut être recevable.

## 2. Mise en place du projet

Nous avons vu dans le préambule de cette étude que la gestion d'un projet ne se limite pas en l'identification du besoin et en la proposition d'une solution. Il s'agit également de mettre en place cette solution et de suivre ses résultats. Comme cela vient juste d'être le cas dans le chapitre précédent, au stade où nous en sommes, nous ne pouvons parler de ces phases de projet que d'un aspect méthodologique. C'est ce que nous allons faire maintenant, en évoquant la manière dont devrait être mise en œuvre la solution.

#### a. Le cahier des charges

Afin de mettre correctement en place la solution que l'on aura choisie antérieurement, il est nécessaire de clarifier un ensemble d'éléments contractuels. C'est le but de la rédaction du cahier des charges.

Sur ce document devraient apparaître les items suivants :

- ✚ Les différents acteurs et les responsabilités de chacun tout au long du projet.

En l'occurrence, nous pouvons penser que la maîtrise d'ouvrage sera à chaque fois représentée par Transdev Porto (et plus précisément la direction de l'exploitation du métro). La maîtrise d'œuvre devrait en toute vraisemblance revenir à Transdata Exploitation, qui sera chargée de mettre en œuvre les solutions techniques étudiées en amont. Enfin, la livraison de l'infrastructure technique serait à la charge de la société prestataire à laquelle nous demandons le produit.

- ✚ La nature et l'étendue des travaux

Il devrait être spécifié clairement ce qui est attendu lors de la mise en place de la solution choisie. C'est pour ça qu'il est indispensable de maîtriser l'ensemble des paramètres relatifs au projet. Il serait également intéressant de faire apparaître le coût de chaque prestation.

Un planning des opérations devrait également être mis en place afin de pouvoir éditer un calendrier. Ce planning dépendra naturellement de, ou des solutions choisies par Transdev Porto pour améliorer les performances de sa chaîne d'exploitation.

- ✚ Un calendrier

Il serait enfin opportun de se munir d'un calendrier, garant de l'exécution effective des travaux contractés. Il doit faire apparaître clairement les différentes phases planifiées précédemment.

Chacune des solutions envisageables peut faire l'objet d'un planning et d'un calendrier spécifique. C'est pourquoi nous nous garderons d'en construire un maintenant.

Ce cahier des charges est le document contractuel à partir duquel doit se mettre en place la solution qui aura été choisie plus en amont. C'est pourquoi, nous devons porter une attention toute particulière à la rédaction de ce dernier. Ce n'est qu'après l'établissement de ce document que peuvent effectivement se mettre en place l'ensemble des travaux souhaités.

b. Le suivi du projet

Nous avons vu précédemment que nos méthodes d'analyses sur l'opportunité de telle ou telle solution de perfectionnement de la chaîne d'exploitation du métro présentaient des limites non négligeables. Afin de contrôler la justesse de nos études, il serait alors judicieux de procéder à une sorte de retour d'expérience sur le projet. La solution choisie répond-elle effectivement aux attentes de l'exploitation du métro ? Est-elle effectivement rentable comme nous le souhaitions ? Si ce n'est pas le cas, pourquoi ?

Ce genre d'interrogation permet ensuite non seulement d'améliorer les points qui seraient restés défectueux malgré la mise en place de la solution choisie. Mais, ce retour sur expérience donnerait également des indications sur les erreurs commises dans le pilotage du projet, erreurs qui ne seraient donc pas reproduites à l'avenir.

Comme nous l'avons dit préambule, ce projet est relativement inédit au sein de Transdev Porto. C'est un réseau de transports relativement jeune, et a donc encore besoin de bâtir une certaine expérience dont ce projet fera partie.

---

## Conclusion

---

L'étude que nous venons de mener, portant sur le projet d'optimisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto, nous éclaire sur d'importantes notions relatives à l'exploitation des transports. Au début de l'étude, notre problématique était de savoir par quel biais il était possible d'améliorer le système de l'exploitation du métro de Porto. Pour cela nous nous sommes dans un premier temps penchés sur la description détaillée de la chaîne d'exploitation afin de pouvoir identifier par la suite les perfections envisageables. Enfin, au terme de cette étude, nous nous sommes intéressés à des pistes d'amélioration concrètes susceptibles d'être adoptées par le système. A travers cette étude, nous pouvons tirer plusieurs enseignements autant sur le plan technique de l'exploitation que des considérations plus larges relatives au management de projet.

Tout d'abord, la visualisation de la chaîne d'exploitation du métro de Porto nous a donné un aperçu de la multiplicité des acteurs présents au cœur de l'exploitation d'un réseau de transports. Elle nous a également permis de prendre conscience des nombreuses et essentielles interactions entre les différents pôles qui composent cette industrie (planification de l'offre, régulation de l'offre, et le pivot ressources humaines). Cette connaissance de la chaîne d'exploitation du métro de Porto nous a ainsi poussés naturellement à analyser les communications entre ces différents pôles comme point sensible de la chaîne d'exploitation. Cette orientation a porté ses fruits car nous avons estimé à près de 3000 € par an le simple transfert des données d'Hastus, logiciel de graphichage et d'habillage, vers FDS, logiciel de réalisation des roulements et des affectations des services. Par ailleurs, afin d'identifier complètement l'ensemble des points d'amélioration de la chaîne d'exploitation du métro de Porto, nous nous sommes intéressés de près à la sophistication du système. L'exécution des graphichage, habillage et roulement s'élèvent à près de 17 000 € par an lors d'évènement modifiant l'offre de transports. Or cette étude nous a montré les fortes possibilités d'améliorer cette exécution en se penchant sur la question de la maîtrise des outils informatiques utilisés, ainsi que sur leur paramétrage.

Suite à l'analyse de ces points d'optimisation, notre étude s'est assez largement tournée vers des propositions d'améliorations de la chaîne d'exploitation. A ce stade de l'étude nous n'avons pas pu obtenir quelques résultats, si ce n'est la certitude qu'il sera nécessaire de cibler la suite du projet sur l'amélioration des outils utilisés dans l'exploitation, notamment le logiciel Hastus, ainsi que de se munir d'une meilleure formation à l'usage de ces outils.

Comme nous l'avons dit, à ce stade, l'étude qui fait l'objet de ce document n'est pas entièrement achevée. Cela nous amène à considérer le second aspect de cette étude relatif à son management. Si nous référons à notre planning initial (*Figure 1: Planning du projet*), nous avons à déterminer une solution d'amélioration pour la chaîne d'exploitation d'ici la fin du mois de septembre. Le temps restant est donc encore un peu juste pour déterminer proprement une solution précise répondant exactement aux intérêts de l'exploitant Transdev. Ce retard nous illustre certains points essentiels relatifs à la gestion de projet. Tout d'abord, cette gestion de projet nous a montré la nécessité d'établir une commande claire et une répartition des tâches entre les différents acteurs du projet pertinente. Les quelques bégaiements rencontrés durant ce projet ont sans doute quelque peu altéré sa bonne conduite. De plus, le contexte de grève qui agite la direction de l'exploitation peut justement témoigner la volonté de Transdev à être plus flexible. La confection régulière de nouveaux services a provoqué une certaine charge de travail supplémentaire qui a réduit la disponibilité des acteurs concernés par le projet. Une meilleure flexibilité face à une telle situation aurait permis non seulement une meilleure productivité, mais également, une meilleure gestion du projet.

Ainsi, la considération de l'ensemble des conclusions que nous avons pu tirer de cette étude, et de la gestion de ce projet, sont autant d'enseignements qu'il serait intéressant de conserver pour la suite du projet à venir, ainsi que dans la gestion des futurs projets susceptibles d'être présents au sein de l'exploitation gérée par Transdev.

## Bibliographie

---

### Partie 1

#### Sites Internet

- ✚ L'analyse fonctionnelle (conception), [en ligne], disponible sur [http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_fonctionnelle\\_\(conception\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_fonctionnelle_(conception)), dernière consultation le 19/08/2008.
- ✚ Plan du métro de Porto, [en ligne], disponible sur <http://www.metrodoporto.pt/document/827457/879099.pdf>, dernière consultation le 19/08/2008.
- ✚ Statistiques et histoire de Metro do Porto, [en ligne], disponible sur [http://www.metrodoporto.pt/pagegen.asp?SYS\\_PAGE\\_ID=879163](http://www.metrodoporto.pt/pagegen.asp?SYS_PAGE_ID=879163), dernière consultation le 19/08/2008.
- ✚ Informations sur Area Metropolitana do Porto, [en ligne], disponible sur <http://www.amp.pt/gca/index.php?id=78>, dernière consultation le 19/08/2008.

#### Documents

- ✚ Metro do Porto, Os melhores clients, Perfil do Utilizador e Nivel de Satisfação, *Infometro*, Mai 2006, n°22, 6 pages, [en ligne], disponible sur <http://www.metrodoporto.pt/document/827457/884883.pdf>, dernière consultation le 19/08/2008. (fréquentation du métro de Porto en 2006)

### Partie 2

#### Sites web

- ✚ Description Hastus, [en ligne], disponible sur <http://www.giro.ca/docs/public/pdf/hastus/fr/GIRO-MKT-HASTUS-PST-HASTUSF-20071122.pdf>, dernière consultation le 19/08/2008.
- ✚ Description du logiciel IBS, [en ligne], disponible sur <http://www.ibs.net/services/hardware/as400-software.jsp>, dernière consultation le 19/08/2008.

## Documents

- ✚ Frederic Breton, *Internship Report, Optimization Of the passenger crew utilization*, Août 2005, 91 pages, [en ligne], disponible sur <http://smultidoc.ish-lyon.cnrs.fr/document/20070713150458/00001000.pdf>, dernière consultation le 19/08/2008.

## Partie 3

### Sites web

- ✚ Description des différents modules d'Hastus, [en ligne], disponible sur <http://www.giro.ca/docs/public/pdf/hastus/fr/GIRO-MKT-HASTUS-PST-ARCHF-20070313.pdf>, dernière consultation le 19/08/2008.

## Index

Fiche Bibliographique .....	2
Publication data form .....	3
Sommaire .....	4
Remerciements .....	5
Introduction .....	6
Préambule : Cadre de l'étude .....	7
<b>I. Enjeux – Objectifs de l'étude .....</b>	<b>7</b>
1. Enjeux .....	7
2. Objectifs .....	8
<b>II. Méthodologie .....</b>	<b>9</b>
1. Organisation humaine .....	9
2. Organisation temporelle .....	9
<b>Partie 1: L'exploitation d'un réseau de transports, le métro de Porto .....</b>	<b>13</b>
<b>I. Le concept de l'exploitation : zoom x 0 .....</b>	<b>14</b>
1. Le principe fondamental .....	14
2. Les acteurs de l'exploitation .....	16
a. Un réseau de transports .....	17
b. Un territoire, l'agglomération de Porto .....	19
c. L'autorité organisatrice, Metro do Porto .....	19
d. Un exploitant, Transdev & Normetro .....	21
<b>II. L'exploitation d'un réseau de transports : zoom x 1 .....</b>	<b>23</b>
1. Caractérisation de l'exploitation d'un réseau de transports .....	23
2. Organisation de Transdev, exploitant du métro de Porto .....	25
3. Les métiers de l'exploitation .....	27
a. Le directeur de l'exploitation / le directeur adjoint .....	27
b. La planification de l'offre .....	27
c. La régulation de l'offre .....	28
d. Gestion sociale .....	31

<b>III. Mécanisme opératoire de la chaîne d'exploitation : zoom x 2.....</b>	<b>32</b>
1. Une entrée / une sortie .....	32
2. Une chaîne d'exploitation .....	34
a. En phase amont .....	36
b. En phase active.....	39
c. En phase avale.....	43
<b>Partie 2: La chaîne d'exploitation du métro de Porto, ses possibles lieux d'améliorations .....</b>	<b>47</b>
<b>I. Maîtrise et puissance des différents logiciels d'exploitation.....</b>	<b>48</b>
1. Réalisation du graphichage et de l'habillage, Hastus.....	48
a. Graphichage.....	49
b. Habillage .....	49
2. Réalisation des roulements et des affectations des agents, FDS.....	50
<b>II. Interfaces entre les logiciels.....</b>	<b>51</b>
1. Gestion du personnel .....	55
2. Gestion du matériel .....	57
3. Eléments d'évaluation .....	60
a. Indicateurs de performances.....	61
b. Hypothèses .....	62
c. Résultats .....	64
d. Limites de la modélisation .....	65
<b>Partie 3: La chaîne d'exploitation du métro de Porto, pistes d'amélioration .....</b>	<b>66</b>
<b>I. Pistes d'améliorations.....</b>	<b>67</b>
1. Analyse globale du système.....	67
2. Propositions d'améliorations.....	68
a. Nouvelle version d'Hastus.....	68
b. Sans nouvelles acquisitions de modules d'Hastus .....	72
<b>II. Perspectives d'avenir.....</b>	<b>75</b>
1. Choix d'une solution .....	75
a. Recherche des solutions .....	75
b. Choix de la solution.....	76
c. Limite de la méthodologie.....	78
2. Mise en place du projet .....	78
a. Le cahier des charges .....	79

b. Le suivi du projet .....	80
Conclusion .....	81
Bibliographie .....	83
Partie 1 .....	83
Sites Internet.....	83
Documents.....	83
Partie 2.....	83
Sites web .....	83
Documents.....	84
Partie 3.....	84
Sites web .....	84
Index.....	85
Table des illustrations.....	88
Table des figures.....	88
Table des graphiques .....	89
Table des tableaux .....	89
Annexe 1: Organigramme Transdev Portugal.....	91
Annexe 2: Organigramme de la direction de l'exploitation .....	92
Annexe 3: Quelques documents d'exploitation du métro de Porto.....	93
Annexe 4: Détail de la modélisation performances de la chaîne d'exploitation du métro de Porto .....	96
Opérations considérées.....	96
Hypothèses de calcul .....	96
Résultats .....	97
Annexe 5: Base salariale .....	98

## Table des illustrations

### Table des figures

Figure 1 : Planning du projet.....	11
Figure 2 : Identification du besoin fondamental Exploitant / Autorité organisatrice.....	15
Figure 3 : Réseau de métro de Porto.....	17
Figure 4 : Organigramme du consortium Transmetro .....	22
Figure 5 : Recensement des fonctions principales et contraintes de l'exploitation d'un réseau de transports .....	23
Figure 6 : Les trois aspects majeurs de l'exploitation d'un réseau de transports (référence au métro de Porto) .....	26
Figure 7 : Entrée et sortie de la chaîne d'exploitation du métro de Porto .....	33
Figure 8 : Entrées et sorties intermédiaires de la chaîne d'exploitation du métro de Porto .....	35
Figure 9 : Mécanisme de la 1 <sup>ère</sup> étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto .....	37
Figure 10 : consignes de fréquence pour la ligne A du métro de Porto en horaires d'été.....	38
Figure 11 : Exemple de graphicage .....	38
Figure 12 : Mécanisme de la 2 <sup>nde</sup> étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto.....	41
Figure 13 : Mécanisme de la 3 <sup>ème</sup> étape de la chaîne d'exploitation du métro de Porto .....	44
Figure 14 : Schéma des interfaces de la chaîne d'exploitation du métro de Porto .....	53
Figure 15 : Schéma des différents modules possibles sur Hastus .....	69
Figure 16 : Organigramme de Transdev Mobilidade (Portugal et Espagne) au 17 juillet 2008 ....	91
Figure 17 : Registre des relèves et lieu de départ des véhicules .....	92
Figure 18 : Registre des relèves et lieu de départ des véhicules .....	93
Figure 19 : Registre du covoiturage (pour cause de tâches à effectuer sur le réseau, pour cause de retour d'une relève en ligne,...).....	93
Figure 21 : Services de réserves des différents agents .....	94
Figure 20 : Feuille de présence des différents agents.....	94
Figure 22 : Feuille de circulation sur la voie 1 des lignes A, B, C et E.....	95
Figure 23 : Grille de rémunération salariale de Transdev .....	98

## Table des graphiques

Graphique 1 : Clé de répartition de l'actionnariat de Metro do Porto..... 20

## Table des tableaux

Table 1 : Caractérisation et évaluation des défaillances de la chaîne d'exploitation du métro de Porto ..... 64

Table 2 : Pistes d'amélioration pour la chaîne d'exploitation du métro de Porto ..... 74

# Annexes

## Annexe 1: Organigramme Transdev Portugal

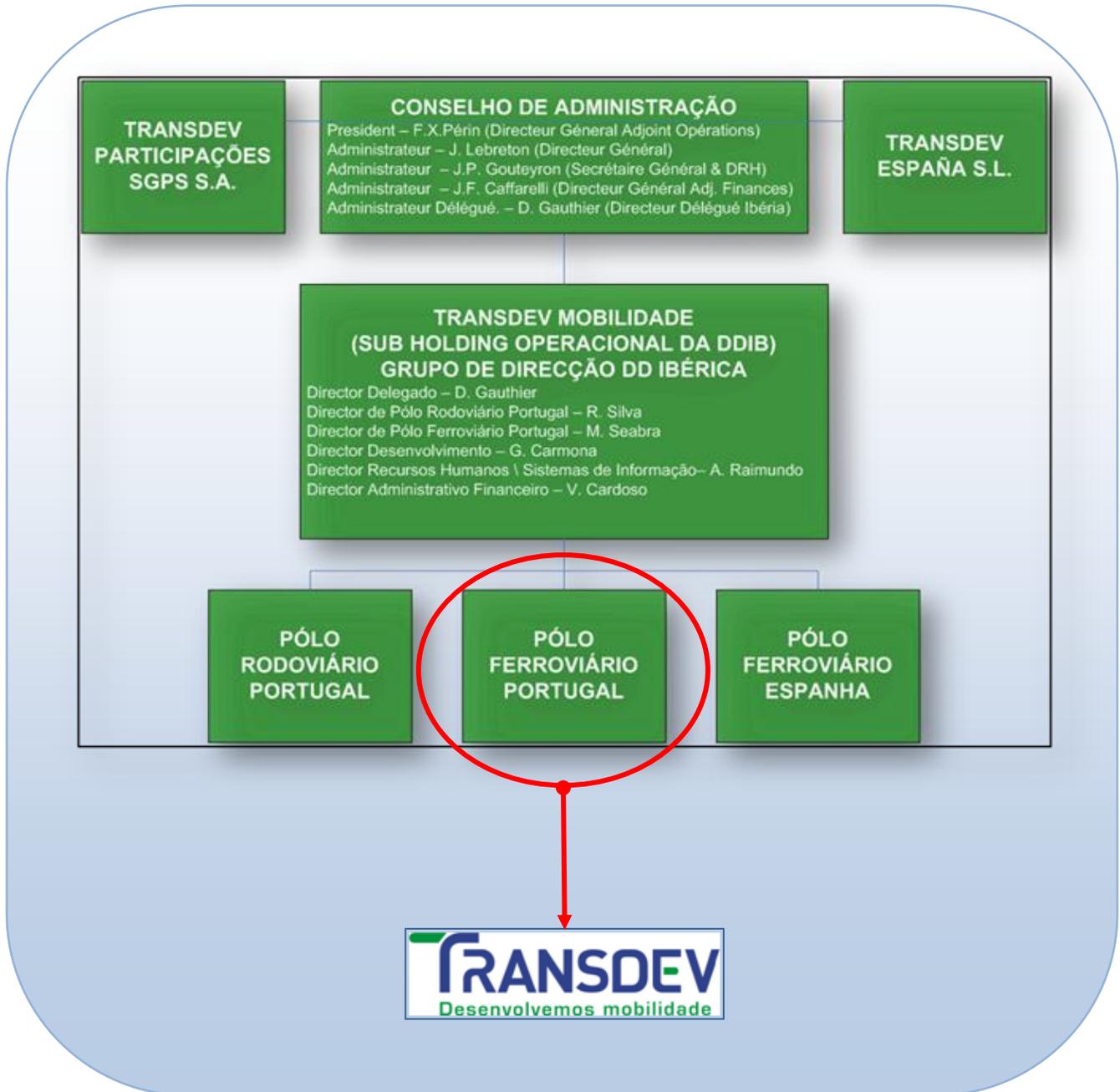


Figure 16 : Organigramme de Transdev Mobilidade (Portugal et Espagne) au 17 juillet 2008  
Source : Transdev

## Annexe 2: Organigramme de la direction de l'exploitation

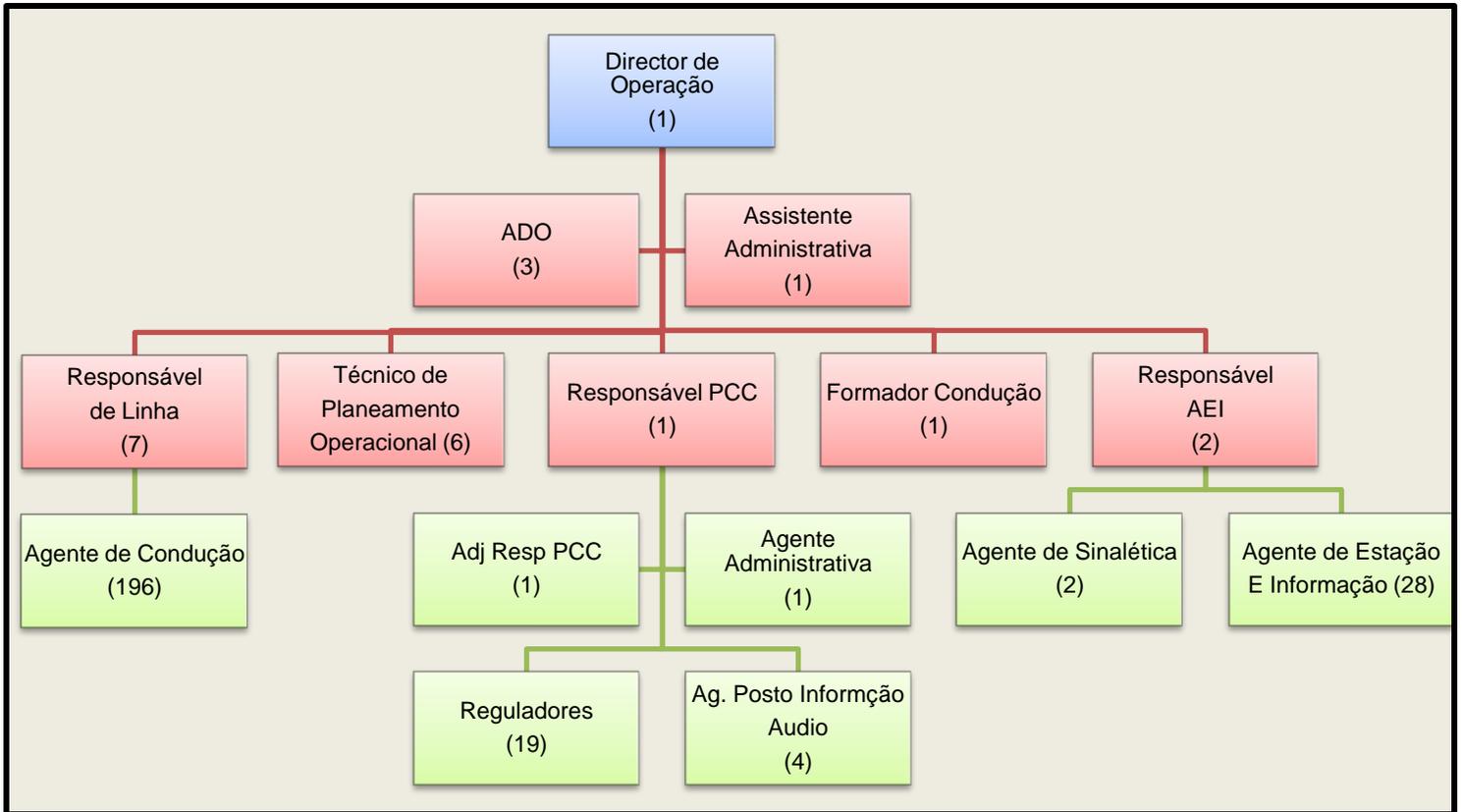


Figure 17 : Registre des relèves et lieu de départ des véhicules

Source : Transdev

## Annexe 3: Quelques documents d'exploitation du métro de Porto

TRANSDEV Operador do Metro		Inverno 2007_08	Dia Útil			
REGISTO DE TROCAS						
data						
Linhas	Hora	Serv. Veículo	Serv. Condutor	Agente	Veículo	Condição de restrição
<b>Veículos a injetar para as linhas "A + B + C + D + E"</b>						
PCV 22 29 510 - 22 29 511 - 22 29 512 - PCV Emergência - 22 29 384						
L51	04:43	09-01 Duplo	CM101	crs. 401	5151	X11
L1	04:51	09-1 Duplo	CM102	crs. 402	5151	X1
L2	05:01	09-2	CM104	crs. 404	2	X1
L3	05:05	09-3 Duplo	CM103	crs. 403	0903	X3
L52	05:19	09-02 Duplo	CM102	crs. 402	5252	X12
L4	05:15	09-4	CM105	crs. 405	4	X4
L53	05:19	09-03 Duplo	CM103	crs. 403	5353	X33
L5	05:27	09-5	CM117	crs. 117	5	X5
L7	05:31	09-7 Duplo	CM116	crs. 116	0737	X7
L9	05:35	09-9	CM119	crs. 119	5	X5
L54	05:39	09-04 Duplo	CM104	crs. 404	5454	X44
L10	05:43	09-10	CM121	crs. 121	19	X19
L11	05:47	09-11 Duplo	CM120	crs. 120	1111	X11
L55	05:55	09-05 Duplo	CM105	crs. 405	5555	X55
L15	05:59	09-15 Duplo	CM101	crs. 101	1515	X15
L17	06:03	09-17 Duplo	CM124	crs. 124	1717	X17
L13	06:23	09-13 Duplo	CM125	crs. 125	2323	X23
L18	06:26	09-18	CM129	crs. 129	25	X25
L56	06:35	09-06 Duplo	CM106	crs. 406	5656	X56
L35	06:39	09-29 Duplo	CM130	crs. 130	3535	X35
L31	06:46	09-31	CM133	crs. 133	31	X31
L34	07:07	09-34	CM134	crs. 134	34	X34
L42	7:09	09-42 Duplo	CM132	crs. 132	4242	X42
L44	7:17	09-44 Duplo	CM135	crs. 135	4444	X44
L45	7:30	09-45 Duplo	CM137	crs. 137	4545	X45
<b>Veículos que se encontram em Bonjô</b>						
PSJ01	05:49	09-9	CM113	crs. 113	9	X9
PSJ02	05:58	09-12	CM115	crs. 115	12	X12
PSJ03	06:04	09-16	CM112	crs. 112	16	X16
PSJ04	06:10	09-19	CM114	crs. 114	19	X19
PSJ01	06:14	09-19	CM111	crs. 111	19	X19
PSJ02	06:24	09-21	CM109	crs. 109	21	X21
PSJ03	06:29	09-23	CM109	crs. 109	23	X23
PSJ04	06:34	09-26	CM110	crs. 110	26	X26
<b>Veículos que se encontram em Polo Urbano</b>						
IVPU/3	05:50	09-05 Duplo	CM107	crs. 407	5555	X55
IVPU/1	06:02	09-07 Duplo	CM106	crs. 406	5757	X57
IVPU/3	07:16	09-09 Duplo	CM106	crs. 406	6959	X59
<b>Veículos que se encontram em Póvoa do Varzim</b>						
PVZ 2	05:53	09-19 Duplo	CM122	crs. 122	1919	X19
PVZ 1	06:17	09-20 Duplo	CM125	crs. 125	2020	X20
PVZ 4	06:30	09-27	CM129	crs. 129	27	X27
PVZ 5	06:45	09-30	CM130	crs. 130	30	X30
PVZ 3	06:51	09-32 Duplo	CM119	crs. 119	3232	X32
PVZ 2	7:03	09-43 Duplo	CM125	crs. 125	4343	X43
PVZ 1	7:03	09-47 Duplo	CM133	crs. 133	4747	X47
<b>Veículos que se encontram em ISMAI</b>						
PISM2	05:57	09-14 Duplo	CM123	crs. 123	1414	X14
PISM4	06:27	09-24 Duplo	CM127	crs. 127	2424	X24
PISM1	06:42	09-29	CM131	crs. 131	29	X29
PISM1	07:14	09-33	CM109	crs. 109	33	X33
PISM2	7:34	09-46 Duplo	CM132	crs. 132	4646	X46
PISM1	7:34	09-48 Duplo	CM135	crs. 135	4848	X48
<b>Resumo de Infra-Porto</b>						
06:00-14:00		15:00-20:00		#NA		
12:00-15:00		15:00-18:00		#NA		
		16:00-20:00		#NA		
		21:00-01:00		#NA		

Figure 18 : Registre des relèves et lieu de départ des véhicules  
Source : Transdev

TRANSDEV Operador do Metro		Inverno 2007_08	Dia Útil		
REGISTO DE TROCAS					
data					
Hora	Lugar	Auto	Serv. Condutor	Agente	Viagem Auto
7:34	GLB	AUTO 1	CM136 cm. 137	crs. 136 crs. 137	Devolução para GNR
10:46	SHR	AUTO 1	CM137 CM135	crs. 137 crs. 135	Regresso ao P.M.O
11:04	GLB	AUTO 1	CM137	crs. 137	Devolução para GNR
11:49	GLB	AUTO 1	CM137	crs. 137	Devolução para GNR
12:05	SHR	AUTO 1	CM121	crs. 121	Regresso ao P.M.O
12:25	GLB	AUTO 2	CM121	crs. 121	Devolução para GNR
12:50	GLB	AUTO 3	CM137 CM100	crs. 401 crs. 402	Devolução para GNR
12:54	SHR	AUTO 1	CM100 CM101 CM121	crs. 402 crs. 401 crs. 121	Regresso ao P.M.O
13:22	SHR	AUTO 1	CM110 CM105 CM104 CM104	crs. 110 crs. 105 crs. 110 crs. 105	Regresso ao P.M.O
13:24	GLB	AUTO 1	CM100 CM104	crs. 100 crs. 104	Devolução para GNR
13:25	SHR	AUTO 3	CM104	crs. 104	Regresso ao P.M.O
13:30	GLB	AUTO 1	CM121 CM102	crs. 121 crs. 402	Devolução para GNR
13:42	SHR	AUTO 1	CM102 CM105	crs. 402 crs. 405	Regresso ao P.M.O
13:51	GLB	AUTO 3	CM112	crs. 112	Devolução para GNR
13:54	SHR	AUTO 2	CM100 CM117	crs. 100 crs. 117	Regresso ao P.M.O
14:09	SHR	AUTO 3	CM121 CM130 CM116	crs. 121 crs. 130 crs. 116	Regresso ao P.M.O
14:10	GLB	AUTO 1	CM151	crs. 151	Devolução para GNR
14:21	GLB	AUTO 1	CM102 CM102	crs. 402 crs. 402	Devolução para GNR
14:27	SHR	AUTO 1	CM120	crs. 120	Regresso ao P.M.O
14:41	SHR	AUTO 1	CM120 CM120	crs. 120 crs. 120	Regresso ao P.M.O
14:41	GLB	AUTO 3	CM122	crs. 122	Devolução para GNR
15:12	SHR	AUTO 3	CM130 CM133	crs. 130 crs. 133	Regresso ao P.M.O
15:15	GLB	AUTO 1	CM100 CM100	crs. 400 crs. 400	Devolução para GNR
15:37	SHR	AUTO 1	CM134	crs. 134	Regresso ao P.M.O
16:23	GLB	AUTO 1	CM130	crs. 130	Devolução para GNR
16:29	SHR	AUTO 1	CM130	crs. 130	Regresso ao P.M.O
16:46	GLB	AUTO 2	CM133	crs. 133	Devolução para GNR
16:55	GLB	AUTO 3	CM132	crs. 132	Devolução para GNR
17:01	SHR	AUTO 2	CM124	crs. 124	Regresso ao P.M.O
17:09	GLB	AUTO 1	CM130	crs. 130	Devolução para GNR
17:11	SHR	AUTO 3	CM135 CM147 CM147	crs. 135 crs. 147 crs. 147	Regresso ao P.M.O
17:34	GLB	AUTO 2	CM144 CM126 CM142	crs. 144 crs. 126 crs. 142	Devolução para GNR
17:43	GLB	AUTO 3	CM145	crs. 145	Devolução para GNR
18:20	SHR	AUTO 1	CM112	crs. 112	Regresso ao P.M.O
18:45	GLB	AUTO 1	CM118 CM148	crs. 118 crs. 148	Devolução para GNR
20:21	SHR	AUTO 1	CM130	crs. 130	Regresso ao P.M.O
20:37	GLB	AUTO 1	CM136	crs. 136	Devolução para GNR
21:56	SHR	AUTO 1	CM132 CM135	crs. 132 crs. 135	Regresso ao P.M.O
22:12	GLB	AUTO 1	CM130	crs. 130	Devolução para GNR
22:29	SHR	AUTO 1	CM145 CM130	crs. 145 crs. 130	Regresso ao P.M.O
22:44	GLB	AUTO 1	CM134 CM134	crs. 134 crs. 413	Devolução para GNR
23:07	SHR	AUTO 1	CM114	crs. 114	Regresso ao P.M.O
23:37	SHR	AUTO 1	CM132	crs. 132	Regresso ao P.M.O
0:44	SHR	AUTO 3	CM148	crs. 148	Regresso ao P.M.O

Figure 19 : Registre du covoiturage (pour cause de tâches à effectuer sur le réseau, pour cause de retour d'une relève en ligne, ...)  
Source : Transdev

Controlo de Apresentações - Linhas A+B+C+E  
Agentes de condução

Mês/Ano	Local	Agente	Pres. Escala	Pres. Escala	Pres. Escala	Pres. Escala
CM101	GU	em_101	0430			
CM102	GU	em_102	0433			
CM103	GU	em_103	0437			
CM104	GU	em_104	0439			
CM105	GU	em_105	0452			
CM106	GU	em_106	0455			
CM107	SM	em_107	0530			
CM108	SHR	em_108	0531			
CM109	SHR	em_109	0531			
CM110	SHR	em_110	0531			
CM111	SHR	em_111	0531			
CM112	SHR	em_112	0531			
CM113	SHR	em_113	0531			
CM114	SHR	em_114	0531			
CM115	SHR	em_115	0531			
CM116	GU	em_116	0533			
CM117	GU	em_117	0534			
CM118	GU	em_118	0532			
CM119	PVZ	em_119	0535			
CM120	GU	em_120	0539			
CM121	GU	em_121	0530			
CM122	PVZ	em_122	0534			
CM123	SM	em_123	0535			
CM124	GU	em_124	0535			
CM125	PVZ	em_125	0540			
CM126	GU	em_126	0552			
CM127	SM	em_127	0554			
CM128	GU	em_128	0533			
CM129	PVZ	em_129	0536			
CM130	GU	em_130	0531			
CM131	SM	em_131	0534			
CM132	PVZ	em_132	0531			
CM133	GU	em_133	0533			
CM134	GU	em_134	0544			
CM135	SHR	em_135	0559			
CM136	GU	em_136	0734			
CM137	GU	em_137	0734			
CM138	SHR	em_138	0734			
CM139	SHR	em_139	0737			
CM140	SHR	em_140	0830			
CM141	SHR	em_141	0935			
CM142	SHR	em_142	0930			
CM143	TRD	em_143	0921			
CM144	TRD	em_144	0927			
CM145	SHR	em_145	0939			
CM146	TRD	em_146	0939			
CM147	SHR	em_147	0934			
CM148	SM	em_148	0942			
CM149	SHR	em_149	0945			
CM150	SHR	em_150	0954			
CM151	SHR	em_151	0934			
CM152	SM	em_152	0936			
Reservas						
CM151	GU	em151	0530			
CM152	GU	em152	0530			

Figure 21 : Feuille de présence des différents agents  
Source : Transdev

TRANSDEV		SERVIÇOS COM RESERVA						OSM
Operador do Metro		Dias Úteis						
OSM	Local	Agente	Pres. Escala					
CM101	GU	em_101	0430					
CM102	GU	em_102	0433					
CM103	GU	em_103	0437					
CM104	GU	em_104	0439					
CM105	GU	em_105	0452					
CM106	GU	em_106	0455					
CM107	SM	em_107	0530					
CM108	SHR	em_108	0531					
CM109	SHR	em_109	0531					
CM110	SHR	em_110	0531					
CM111	SHR	em_111	0531					
CM112	SHR	em_112	0531					
CM113	SHR	em_113	0531					
CM114	SHR	em_114	0531					
CM115	SHR	em_115	0531					
CM116	GU	em_116	0533					
CM117	GU	em_117	0534					
CM118	GU	em_118	0532					
CM119	PVZ	em_119	0535					
CM120	GU	em_120	0539					
CM121	GU	em_121	0530					
CM122	PVZ	em_122	0534					
CM123	SM	em_123	0535					
CM124	GU	em_124	0535					
CM125	PVZ	em_125	0540					
CM126	GU	em_126	0552					
CM127	SM	em_127	0554					
CM128	GU	em_128	0533					
CM129	PVZ	em_129	0536					
CM130	GU	em_130	0531					
CM131	SM	em_131	0534					
CM132	PVZ	em_132	0531					
CM133	GU	em_133	0533					
CM134	GU	em_134	0544					
CM135	SHR	em_135	0559					
CM136	GU	em_136	0734					
CM137	GU	em_137	0734					
CM138	SHR	em_138	0734					
CM139	SHR	em_139	0737					
CM140	SHR	em_140	0830					
CM141	SHR	em_141	0935					
CM142	SHR	em_142	0930					
CM143	TRD	em_143	0921					
CM144	TRD	em_144	0927					
CM145	SHR	em_145	0939					
CM146	TRD	em_146	0939					
CM147	SHR	em_147	0934					
CM148	SM	em_148	0942					
CM149	SHR	em_149	0945					
CM150	SHR	em_150	0954					
CM151	SHR	em_151	0934					
CM152	SM	em_152	0936					
Reservas								
CM151	GU	em151	0530					
CM152	GU	em152	0530					

Figure 20 : Services de réserves des différents agents  
Source : Transdev



## Annexe 4:      **Détail de la modélisation performances de la chaîne d'exploitation du métro de Porto**

---

### Opérations considérées

- Graphicage
- Habillage
- Interface Hastus/FDS
- Roulement
- Etablissement des fiches de paies
- Interface Hastus/TMS
- Affectation des voitures

### Hypothèses de calcul

- Temps d'exécution : par enquête auprès du personnel d'exécution des différentes tâches
  - Conversion temps/coût : par utilisation du salaire mensuel des agents d'exécution des différentes tâches (*voir Annexe 4 : Base salariale*).
- Agent de planning – Agents de régulation: 1100 €/mois  
→ Responsables du PCC : 1604 €/mois  
→ Agent administratif : 953 €/mois

Ces salaires représentent la moyenne des différents salaires possibles pour une certaine catégorie de travail selon les différences de niveau. Comme à peu près tous les niveaux sont représentés dans chaque catégorie de travail, cette méthode peut être recevable.

Le coût de réalisation des fiches de paie ne dépend pas des différentes périodes de l'année, c'est pourquoi je l'ai calculé sur un mois et l'ai multiplié par 12.

- Pour connaître exactement le coût de l'exécution de l'ensemble des tâches de la chaîne d'exploitation, j'ai multiplié les salaires par 1,3 (correspondant aux charges et différentes taxes sur les entreprises).

## Résultats

		Horaires d'été	Horaires d'hiver	Queima das Fitas	Foot (20jours)	Fête de Matosinhos	Fête de Porto (São João)	Fêtes de fin d'année
<b>Graphicage</b>	<i>Temps (jours)</i>	15	21	31	1	15	4	3
	<i>nombre de personnes à l'exécution</i>	2	2	2	1	2	2	2
<b>Habillage</b>	<i>Temps (jours)</i>	6	6	12	2	7	4	13
	<i>nombre de personnes à l'exécution</i>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Roulement</b>	<i>Temps (jours)</i>	2	2	6	0.5	3	2	7
	<i>nombre de personnes à l'exécution</i>	2	2	2	1	2	2	2
<b>Interface Hastus/FDS</b>	<i>Temps (jours)</i>			6	1	5	2	7
	<i>nombre de personnes à l'exécution</i>			2	1	2	2	2
<b>Documents d'exploitation</b>	<i>Temps (jours)</i>	5	6	15	1	6	2	6
	<i>nombre de personnes à l'exécution</i>	1	1	2	2	2	2	2
<b>Interface Hastus/TMS</b>	<i>Temps (jours)</i>	2	2	6	0.5	5	1	6
	<i>nombre de personnes à l'exécution</i>	1	1	1	1	1	1	1

*Table 3 : Détails des performances de Transdev dans sa chaîne d'exploitation*

*Source : Steve Almosni*

## Annexe 5: Base salariale

### ANEXO I Grelha Remuneratória

Grupos		Funções	Tabela Salarial em €					
			Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV	Nível V	Nível VI
E	Coordenação II	- Adjunto de PCC - Responsável de Linha - Responsável de Agência de Estação / Informação / Sinalética	€ 1.276,86	€ 1.431,23	€ 1.550,80	€ 1.670,36	€ 1.788,76	€ 1.908,32
D	Especialistas	- Técnico de Qualidade, Ambiente e Segurança - Fornecedor de Condução - Técnico de Sistemas de Tempo Real - Técnico de Métodos - Técnico de Manuseio - Técnico de Trabalho e Métodos - Técnico de Informação e Gestão de Rede	€ 1.276,86	€ 1.431,23	€ 1.550,80	€ 1.670,36	€ 1.788,76	€ 1.908,32
C	Operacional I	- Regulador - Técnico de Planeamento Operacional	€ 1.013,36	€ 1.055,15	€ 1.099,13	€ 1.151,49	€ 1.193,28	€ 1.276,86
B	Operacional II*	- Agente de Condução - Agente de Aproximamentos - Assistentes Administrativos - Agente Administrativo - Agente de Posto de Informação Auxílio - Técnico de Manutenção	€ 810,30	€ 893,80	€ 935,60	€ 978,55	€ 1.026,14	€ 1.073,71
A	Operacional III**	- Agente de Estação e Informação - Agente de Sinalética - Rececionista - Supervisores dos Serviços de Utilizador	€ 698,72	€ 774,23	€ 804,42	€ 832,35	€ 864,79	€ 893,80

\* - O valor da remuneração dos agentes de condução no primeiro mês é de €534,38 ( Bolsas de Formação), passando após o período de formação para o nível 1

\*\* - O valor da remuneração dos agentes de Estação e Informação no primeiro mês é de €481,38 ( Bolsas de Formação), passando após o período de formação para o nível 1

- Valor da diuturnidade em 2008: €23,91

Figure 23 : Grille de rémunération salariale de Transdev

Source : Accord d'entreprise passé entre Transdev Transportes LDA et STTAMP (sindicato dos trabalhadores da area metropolitana do Porto) de 2008