

Table des matières

I.	Introduction	7
II.	Question de recherche et hypothèse	8
III.	Etude de cas : le réseau parisien	8
1.	L'histoire du métro parisien	8
2.	Le métro parisien d'aujourd'hui et de demain	11
3.	Pourquoi prendre le réseau parisien comme étude de cas ?	13
IV.	Etat de l'art.....	13
1.	Espace public.....	13
2.	Station de métro	14
3.	Pôles d'échanges	15
4.	Services.....	15
5.	Flux et usages	16
V.	Méthode.....	17
1.	Collecte des données.....	18
a.	Présentation des données entrantes.....	18
b.	Données manquantes.....	18
2.	Création des données.....	19
a.	Création de la grille d'analyse.....	19
b.	Sélection des stations à visiter.....	21
c.	Protocole de recueillement	25
VI.	Résultats et analyse.....	26
1.	Méthode d'analyse de la grille	26
2.	Analyse des services liés au transport	27
a.	Les services d'accès aux stations	28
b.	Les services facilitant le déplacement	30
c.	Les services d'informations	34
3.	Analyse des services annexes au transport	37
a.	Les services permettant d'agrémenter le temps d'attente	38
b.	Les services permettant de valoriser le temps d'attente.....	39
c.	Les services commerciaux	41
	Conclusion.....	43
	Bibliographie	44
	Table des illustrations	46

I. Introduction

Ce projet de recherche a pour sujet d'analyse la qualification de l'offre de services dans les stations du métro parisien. Celui-ci s'insère dans le contexte du grand Paris express, projet d'intérêt national permettant de lier densément le territoire et de construire le plus grand réseau de transport en commun en Europe. Ce projet veut faire de la gare non seulement un lieu de transit mais aussi un espace de vie tourné vers/intégré à la ville.

Le métro parisien est un réseau ancien majoritairement construit dans la première moitié du XXème siècle. Ces espaces, conçus à l'origine comme de simples lieux de passage permettant de relier le monde extérieur au quai, ont vu leur organisation évoluer au cours du temps.

En effet, au fil des années, de nouvelles fonctions se sont développées au sein des stations de métro. Dans les années 1970, de nouvelles activités commerciales désorganisées et non encadrées ont vu le jour, la RATP a donc fait le choix de réorganiser ces activités en activités commerciales officielles grâce à sa nouvelle filiale de gestion : *Promométro*. Puis dans les années 1980, l'introduction des automates dans l'ensemble des stations a modifié leur l'organisation et l'utilisation de l'espace par les usagers. De nos jours, ce sont majoritairement de nouveaux services d'information qui sont introduits en station.

Cependant, le développement de ces activités peut engendrer des conflits entre flux et usages : les espaces clos et ayant été conçu pour remplir une fonction de transit vont alors accueillir de nouveaux flux secondaires pouvant s'entrechoquer.

L'objectif de ce travail est de déterminer si l'ensemble des offres de services étudiées correspondent aux flux d'usagers et donc à la demande potentielle. Afin d'y répondre, deux caractéristiques des stations ont été choisies : le flux annuel entrant et le nombre de correspondances. Ces deux caractéristiques seront ensuite mises en confrontation avec l'ensemble des services étudiés. Ces derniers sont distingués selon deux types : les services liés au transport et les services annexes qui ne couvrent pas la fonction transport. De plus, l'offre de services se décline en trois catégories : la présence ou non dans la station, le nombre de fois où l'on retrouve ce service et sa localisation dans la station. L'étude de la relation entre services proposés et flux d'usagers se fera autour de plusieurs coefficients : le coefficient de corrélation de Pearson et le coefficient de détermination.

Dans un premier temps, une revue de la littérature sur les définitions des termes du sujet permettra de poser des bases solides sur la connaissance du sujet. Dans un deuxième temps, il sera présenté l'ensemble des données et les méthodes de collecte utilisées afin de mener à bien cette analyse. Enfin, il sera présenté la méthode d'analyse et les principaux résultats de ce travail de recherche.

II. Question de recherche et hypothèse

La question de recherche est de démontrer s'il existe un lien entre les flux d'utilisateurs et la quantité et/ou qualité de services dans les stations de métro ?

Quels sont les niveaux d'offres de services dans les stations de métro à Paris et comment l'expliquer ?

Grâce à une première recherche bibliographique, j'ai pu observer que les stations de métro ont toujours été considérées comme des simples lieux de passages nécessaires aux déplacements des utilisateurs.

Cependant, depuis plusieurs années un mouvement de rénovation des lieux de transit est engagé. Les lieux sont repensés autour de deux axes majeurs : s'ouvrir sur leur territoire d'implantation, d'une part, et devenir de véritables lieux de vie, d'autre part. Cette transition à travers le réaménagement des lieux de transit témoigne de la place majeure occupée par la mobilité dans nos sociétés.

Je me suis aussi interrogé en arpentant plusieurs réseaux de métro mondiaux sur le fait que certaines stations étaient mieux aménagées que d'autres et pourquoi on pouvait uniquement trouver dans certaines stations un service ou un commerce en particulier. J'ai aussi cherché à comprendre ce phénomène d'ouverture des stations à la ville en surface, à l'espace public par l'introduction de nouveaux services.

En considérant que ce sont les mobilités qui ont influencé l'introduction de nouveaux services, les hypothèses suivantes peuvent être proposées :

- La taille du flux d'utilisateurs a un impact sur nombre et la diversité de services en station.
- Plus une station est importante en termes de connexions avec d'autres lignes du réseau et avec d'autres modes de transport, plus la quantité et la diversité des services sera importante.

III. Etude de cas : le réseau parisien

1. L'histoire du métro parisien

La ville de Paris est l'une des premières villes au monde avec Londres et New York à se doter d'une ligne de métro puis d'un réseau. L'histoire du métro parisien débute au milieu du 19^{ème} siècle : à cette époque, deux visions du réseau métropolitains se faisaient face entre :

- L'état qui souhaitait reconnecter grâce aux gares parisiennes, le réseau ferroviaire avec des lignes à grand gabarit
- La ville de Paris qui souhaitait un réseau à petit gabarit pour desservir uniquement Paris intramuros.

On retrouve aussi ces interrogations entre prolongement du réseau ferré actuel et création d'un nouveau réseau dans les villes de Londres et de New York. Deux nouvelles problématiques apparaissent aussi sur les choix de construction du nouveau réseau entre :

- Construire les lignes en aérien et modifier ainsi le paysage parisien
- Construire le réseau en souterrain et poser alors la question de la sécurité dans ces nouveaux espaces clos et de la santé des voyageurs face à cette nouvelle technologie

Les débats ont duré de nombreuses années mais ce sont la proximité de l'exposition universelle de 1900 et la dégradation des conditions de circulation qui ont poussé l'état français à autoriser la construction de la première ligne de métropolitain souterraine à gabarit réduit aux frais de la ville de Paris sous les commandes de l'architecte du métro parisien : M. Fulgence Bienvenüe.

Dix ans plus tard, suite au succès de la ligne 1 qui a accueilli près de 4 millions d'usagers en 5 mois, les 5 autres lignes du projet de 1898 sont construites.

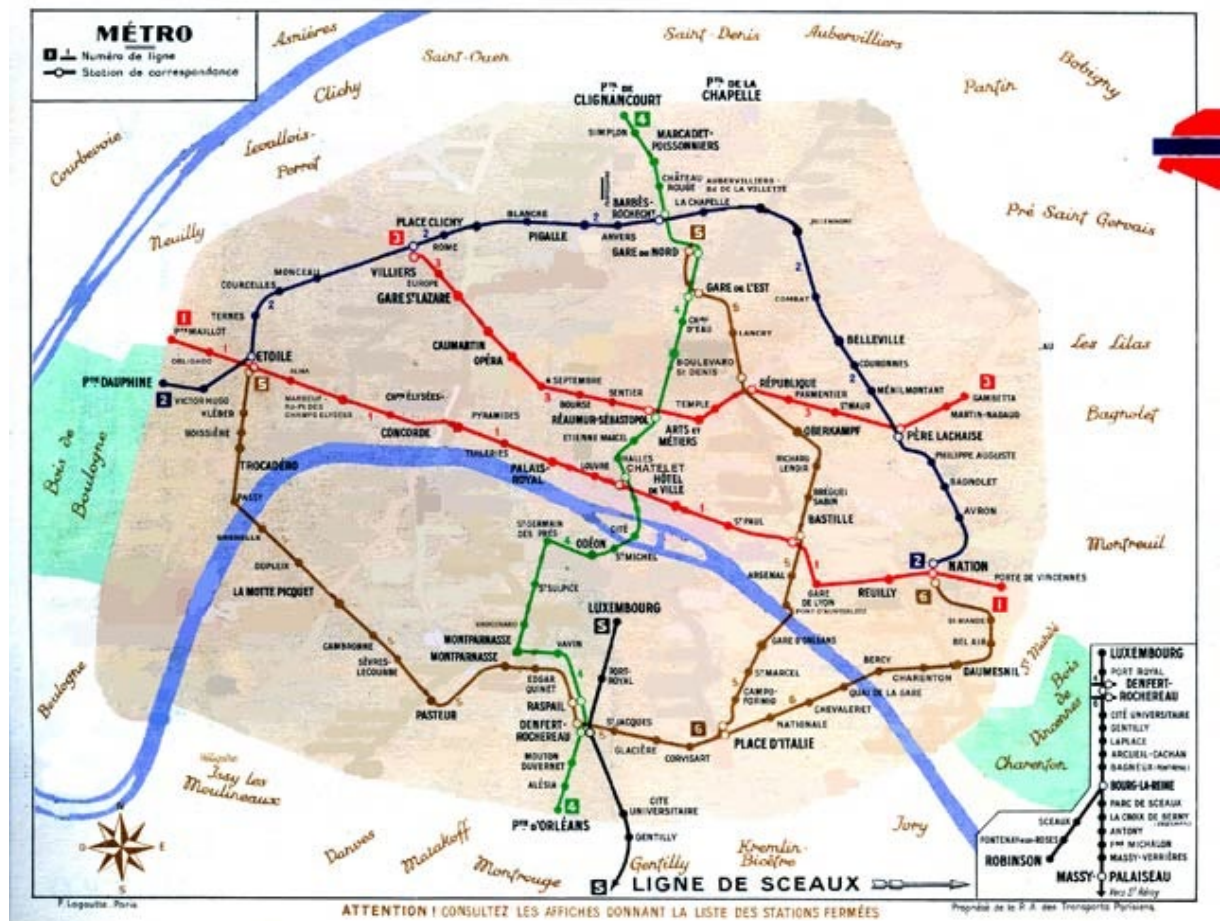


Figure 1 - Carte du réseau du métro parisien en 1910 ; source : Paris unplugged

L'augmentation de la fréquentation du réseau pousse les autorités à construire de nouvelles lignes (7, 8, 12 et 13) avant la première guerre mondiale et pendant l'entre-deux guerres où seront construite les lignes 9, 10 et 11. Des prolongements des lignes ont aussi lieu en proche banlieue pour permettre à la population croissante d'accéder aux transports collectifs.

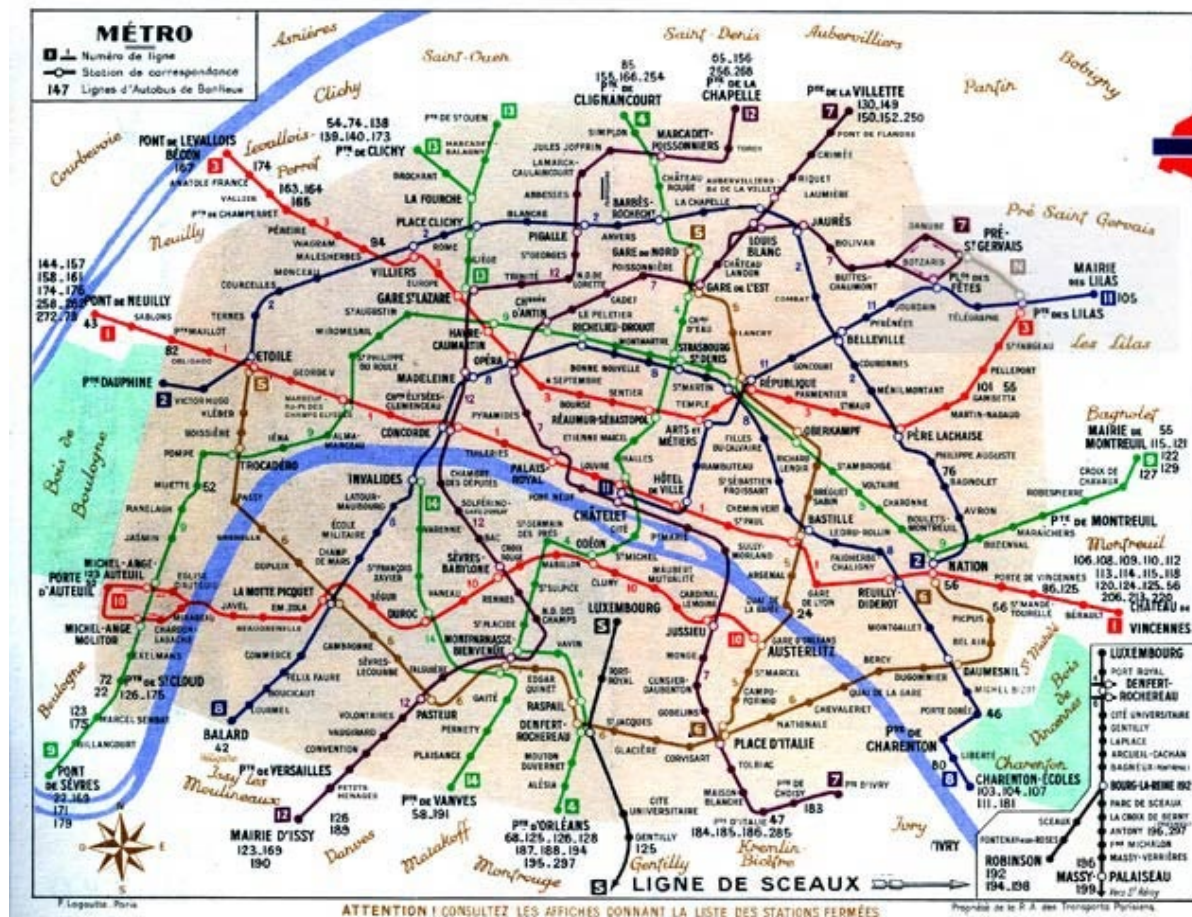


Figure 2 - Carte du métro parisien en 1942 ; source : Paris unplugged

Du début de la seconde guerre mondiale jusque dans les années 1990, le réseau parisien évolue peu : seules quelques lignes sont prolongées afin d'atteindre la petite couronne et certaines branches du réseau deviennent des lignes indépendantes (3bis et 7bis). Ce n'est qu'en 1998 qu'est inaugurée la 14^{ème} ligne de métro. Cette nouvelle ligne est une avancée technologique dans les transports puisqu'il s'agit d'une des premières lignes de métro automatique au monde.

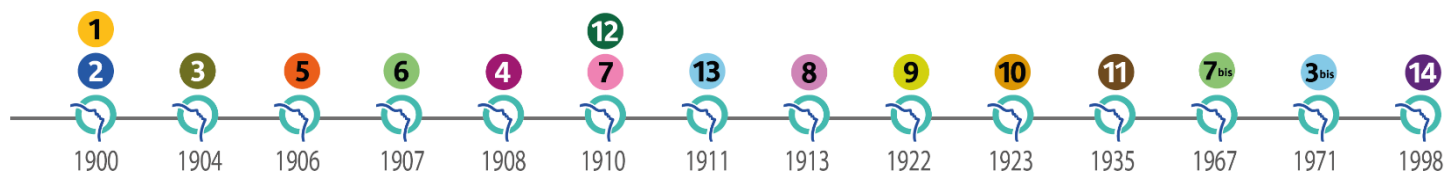


Figure 3 - Frise chronologique de la création des lignes de métro parisienne ; auteur : Léo MAGAT

Attention : échelle des temps est indicative car elle ne correspond pas à une réalité mathématique

2. Le métro parisien d'aujourd'hui et de demain

De nos jours, le réseau parisien compte 16 lignes, plus de 300 stations desservies et plus de 220 kilomètres de rail. Le métro parisien fait partie des vingt plus grands réseaux mondiaux et a transporté plus de 1500 millions d'usagers en 2017 (Opendata RATP).

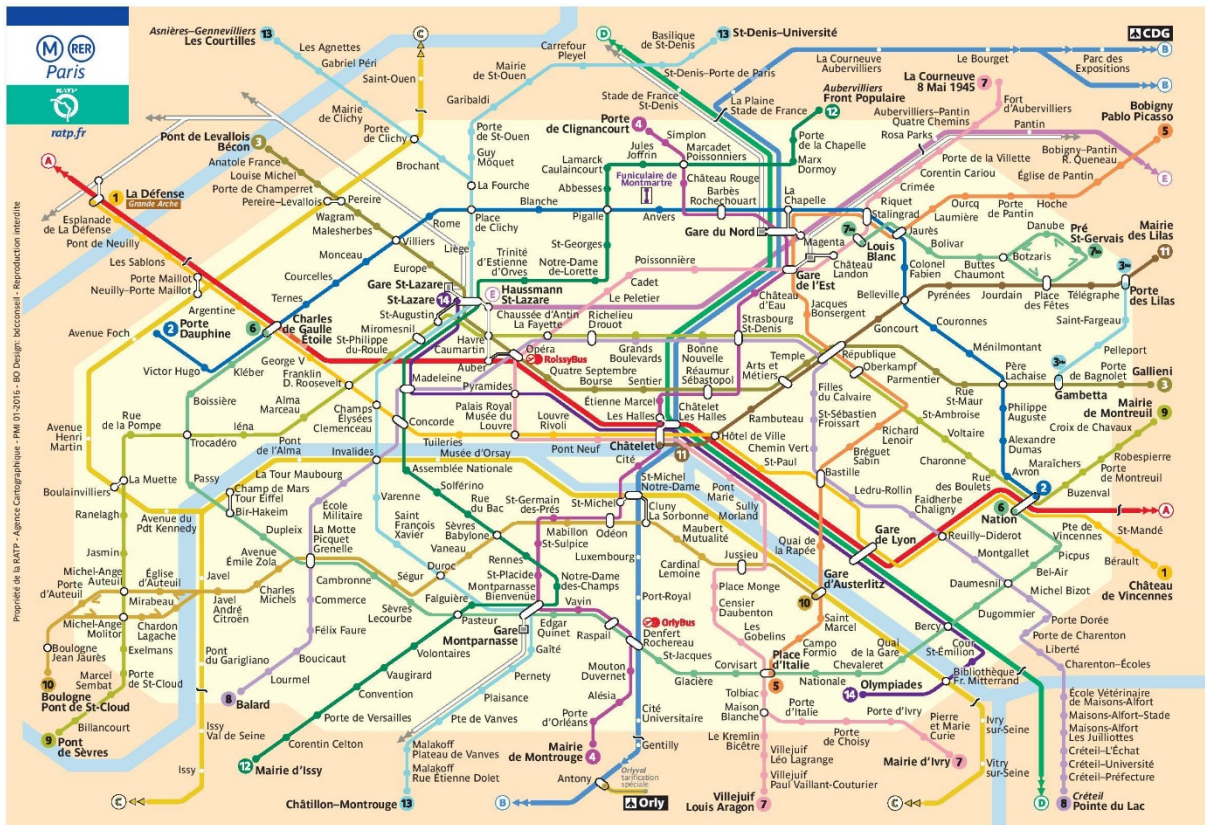


Figure 4 - Carte actuelle du réseau de métro parisien ; source : RATP

Le réseau est depuis plusieurs années en pleine mutation ; il va voir sa longueur doubler d'ici la date butoir des JO 2024 grâce au projet du Grand Paris Express.

Ce projet se décline par :

- La création de 4 nouvelles lignes (15, 16, 17 et 18) totalement automatiques
- Le prolongement de deux lignes existantes (11 et 14).

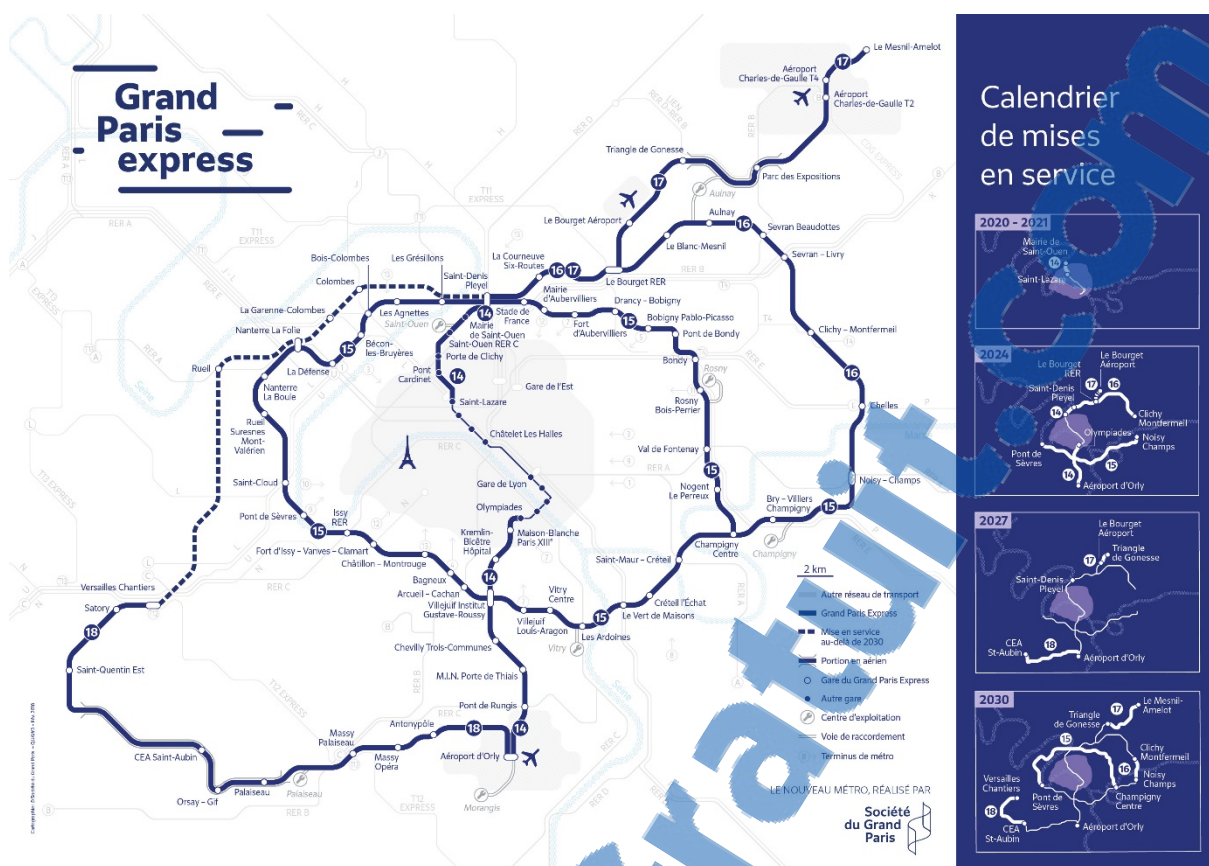


Figure 5 - Carte du grand paris express ; source : Société du Grand Paris

Le projet Grand Paris Express doit permettre de désenclaver la grande couronne parisienne en permettant la connexion directe entre les banlieues. Les usagers pourront par la suite réaliser des déplacements périphériques et ils ne seront plus obligés d'utiliser le réseau radial passant par Paris. Les objectifs de ce projet d'intérêt national sont multiples :

- Désengorger les réseaux routiers et de transports en commun
- Participer au développement économique et social
- Améliorer le maillage et la desserte des pôles majeurs d'île de France.

Un des aspects importants du Grand Paris Express pour ce projet de recherche, est la manière de repenser, de réinventer, d'inscrire la gare durablement dans le paysage urbain. En effet, chaque nouvelle gare a été pensée d'une façon à être un lieu emblématique (un bâtiment totem du territoire) et ouvert à tous : « les gares du Grand Paris Express seront bien plus que de simples lieux de passage. Ouverts sur la ville, ce sont des espaces de vie, avec commerces et services. » (Société du Grand Paris, 2017).

3. Pourquoi prendre le réseau parisien comme étude de cas ?

Comme il a été présenté précédemment, le réseau parisien est un des plus grands réseaux au niveau mondial et de loin le plus imposant au niveau national (par comparaison, son dauphin lyonnais possède quatre lignes de métro pour une longueur totale de 32 kilomètres).

Ce réseau a donc été choisi au regard de son importance et de ses caractéristiques qui lui confèrent une diversité dans la taille, l'agencement et l'organisation de ces stations. Cette diversité se traduit dans les seize lignes qui constituent le réseau métropolitain : elles s'organisent selon un panel très varié au regard de leurs fréquentations, leurs usages et surtout de la diversité de fonctions et de services qu'elles proposent. Le réseau parisien a aussi été choisi pour des raisons pratiques puisque sa proximité avec la ville de Tours a permis de se rendre sur place pour pouvoir analyser et recueillir des données sur les stations du métro parisien.

IV. Etat de l'art

1. Espace public

Ce n'est que dans les années 1990 que la RATP a commencé à prendre en compte son réseau de métro comme étant un espace public. En effet, est considéré comme espace public, l'ensemble des lieux de passages et de rassemblement à l'usage de tous.

Le réseau métropolitain et les stations peuvent donc être considérés comme espace public puisque l'on peut librement emprunter cet espace à condition d'être muni d'un titre de transport valide.

La mutation de cet espace, par la reconnaissance du métro comme lieu public par la RATP entraîne l'arrivée en sous-sol de nouveaux services et commerces. Ces activités - que l'on retrouve habituellement dans la ville en surface - se sont donc naturellement déplacées vers ce nouvel espace à conquérir. Cependant, cette ouverture a entraîné indirectement dans cet espace clos, « l'intrusion de comportements, pratiques et phénomènes urbains incontrôlés (tags, commerces à la sauvette, SDF) » (André Pény, 1992).

Cette reconnaissance entraîne aussi de nouvelles politiques d'aménagements des stations : elles « ne se contentent plus de traiter simplement les quais et les problèmes de flux mais commencent à témoigner d'une considération nouvelle pour l'espace entier des stations » (André Pény, 1992).

Ces nouvelles politiques entraînent le renouvellement de la typologie des espaces. En effet, elles permettent d'améliorer « la typologie binaire ... qui oppose la station (lieu où le train stationne c'est-à-dire le quai) et les accès (c'est-à-dire de manière indifférenciée tout ce qui participe au raccordement entre ville et quai) » (André Pény, 1992).

Désormais, la typologie des espaces se définit en trois classes :

- Les espaces de progression majoritairement représentés par les couloirs
- Les espaces de connexion pour faire un changement de ligne ou pour se rendre en surface
- Les espaces d'attente que l'on peut relier au quai

Un exemple concret de ces nouvelles politiques a été la construction de la ligne n°14 au travers du projet METEOR. Les quais et les couloirs dans ces nouvelles stations sont beaucoup plus larges que

ceux des autres lignes. Elle se démarque aussi par des plafonds beaucoup plus élevés permettant d'augmenter la visibilité et de réduire le sentiment d'oppression.

2. Station de métro

Pour commencer, il est important de définir ce qu'est une station de métro. Une station de métro désigne un espace clos souterrain, aérien ou au niveau de la chaussée qui définit un arrêt d'une ou plusieurs lignes sur un réseau de métro. Cet arrêt permet la montée et la descente des voyageurs d'une ligne de métro.

Une station de métro peut être interprétée comme un lieu d'articulation entre un réseau et son territoire (Nikolas Stathopoulos & André Peny & Georges Amar, 1993).

Lors de la création des premières lignes et réseaux de métro à la fin du 19^{ème} siècle, les différentes régies - dont la RATP- avaient pour seule et unique mission de transporter ses usagers. Les stations de métro étaient donc un espace où il fallait seulement circuler, comme le montre les articles 15 et 16 de l'arrêté préfectoral : « interdiction d'entraver la circulation dans les couloirs et escaliers et de stationner indument dans l'enceinte du chemin de fer ».

C'est ce besoin de mobilité « qui a caractérisé le métro comme lieu de transport » (Laurence Costes, 1988). Ce besoin a aussi explicité les stations de métro comme étant un simple lieu de passage coupé du monde urbain extérieur sans d'autres vocations que d'amener les usagers vers les rames de métro afin qu'ils se déplacent d'un point à un autre. Les stations ne sont donc pas perçues comme un espace public pouvant être un point d'ancrage à la vie quotidienne de ces utilisateurs.

Toutes les stations ne possèdent pas les mêmes caractéristiques permettant ainsi de créer une certaine hiérarchie entre stations. Le type de station le plus représenté dans un réseau est **la station de type desserte locale**, desservie par une seule ligne. Ce type de station a une zone de chalandise c'est-à-dire qu'elles sont génératrices d'attractivité dans un rayon de 400 mètres comme souhaité par l'ingénieur en chef du métro parisien, Monsieur Fulgence Bienvenüe.

Le deuxième type de station beaucoup moins représenté dans un réseau sont **les stations dites de correspondance** permettant le passage d'une ligne à une autre. Ces correspondances, au travers des couloirs de liaison permettent aux usagers de rester dans le réseau.

Le troisième sont **des stations dites « nodales »** (Gabriel Dupuy, 1993) qui autorisent la correspondance entre trois lignes de métro ou plus. Ces stations jouent un rôle majeur dans les réseaux de métro puisqu'elles concentrent en un même lieu, des possibilités de desserte couvrant la quasi-totalité d'un réseau.

Enfin, le dernier type de stations sont les stations rattachées à d'autres modes de transport : c'est ce que l'on appelle **les pôles d'échanges**.

Cette notion de station de métro est donc primordiale dans mon PFE pour pouvoir comprendre et étudier ces espaces qui ont subi de nombreuses modifications au fil des années et du développement des villes.

3. Pôles d'échanges

Comme nous l'avons vu précédemment, certaines stations de métro font parties de ce que l'on appelle un pôle d'échange. Il est donc important de définir ce qu'est un pôle d'échange afin de pouvoir relier ses caractéristiques à celles des stations de métro.

Un pôle d'échange (PE) est un lieu aménagé de façon à améliorer l'intermodalité c'est-à-dire « un dispositif spatial qui vise à rapprocher physiquement des modes de transport pour favoriser leur (inter)connexion ou, quand le rapprochement physique est impossible, à aménager les transferts pour les rendre plus lisibles et intuitifs » (Cerema, 2017).

Les différentes fonctions des pôles d'échanges peuvent être classées en trois catégories :

- Une fonction transport comme présenté précédemment en travaillant sur l'intermodalité et les flux d'usagers
- Une fonction urbaine permettant de raccorder le pôle à la ville, au monde qui l'entoure pour le rendre plus attractif. Le PE doit s'adapter à son environnement en fonction de la structure urbaine alentour afin que ces deux parties soient complémentaires. Le pôle d'échange doit aussi s'adapter en fonction de son influence c'est-à-dire de son attractivité et des impacts sociaux et/ou urbains qu'il peut engendrer et de sa structure (si c'est un espace ouvert, fermé et de sa surface) (Maidadi Sahabana et Annabel Mosnat, 2002)
- Une fonction service permettant de rendre les lieux fonctionnels et agréables lors de rupture de charge (transfert d'un véhicule à un autre), d'arrivée ou de départ

L'objectif pour qu'un pôle d'échange fonctionne est de trouver le bon équilibre entre ces trois fonctions afin d'améliorer le confort de ses usagers. En effet, il existe de nombreuses contradictions dans les PE comme par exemple le « côté pénalisant de la rupture de charge et les ressources liées aux multiples connexions » (Cerema, 2017) aux autres modes de transport. Ou encore la volonté des PE de minimiser l'impact que peuvent avoir les ruptures de charges sur les voyages alors que les services ont par vocation à ce que l'utilisateur passe du temps au pôle d'échange.

De plus un modèle économique dans le domaine des services est en train de se développer grâce à la filiale SNCF : Retail & Connexions qui va s'implanter à moyen terme dans d'importants PE : « plusieurs milliers de mètres carrés d'activités commerciales renouvelées, diversifiées dans les types de produits comme dans les niveaux de gamme » (Cerema, 2017). L'objectif par l'introduction massive de ces nouveaux services va permettre à l'utilisateur de minimiser son temps d'attente et aux AO (autorités organisatrices) de générer une nouvelle source de revenu complémentaire.

Grace à cette présentation des PE, nous verrons dans ce projet de recherche que l'on retrouve dans les stations de métro les mêmes caractéristiques en termes de fonctions et problématiques sur les flux et les usages que les pôles d'échanges mais à une échelle de travail beaucoup plus réduite.

4. Services

Dans le domaine des transports, on peut définir les services comme l'ensemble des outils, des moyens mis en place au service de l'utilisateur afin de faciliter et d'améliorer son voyage.

Nous retournons donc dans les stations de métro durant les années 1970, lorsqu'elles n'avaient qu'une fonction transport comme il a été présenté précédemment.

La vision des stations de métro comme simple lieu de passage a persisté jusque dans les années 1970 où « évolution technologique, avec l'automatisation des contrôles a rendu la RATP perméable à la ville et à ses activités » (Laurence Costes, 1988). En effet, c'est bien la diminution de la présence humaine (les salariés de la RATP) liée aux développements technologiques qui a forcé l'autorité organisatrice à accueillir de nouveaux services distincts des services liés au transport en commun.

On peut, pour notre cas d'étude, distinguer deux types de services.

Le premier type concerne **les services liés au transport** proposés par l'exploitant afin de :

- Réduire les contraintes du déplacement : par exemple lors de l'achat des titres de transports, plusieurs solutions sont offertes à l'utilisateur entre le guichet et les bornes automatiques permettant de réduire le temps d'attente
- Faciliter le voyage de l'utilisateur grâce aux informations sonores et visuelles mises à disposition
- Améliorer le confort dans le déplacement notamment au moyen d'ascenseur, d'escalators et de tapis roulants

Le deuxième type concerne **les services annexes au domaine des transports**. Le but est d'associer d'autres services qui ne sont pas essentiels aux déplacements des usagers mais qui peuvent participer à l'amélioration du trajet et à des potentiels gains de temps sur les activités quotidiennes.

Avec, entre autres, l'arrivée des commerces dans son aire d'activité, la RATP, au travers de sa filiale Promométro, transforme la station de métro en un lieu plus perméable aux activités du monde urbain extérieur. Cette mutation de fonction fait donc des stations un prolongement de la ville.

Aujourd'hui, les services fournis par la RATP et par les espaces commerciaux sont une partie intégrante des stations de métro et jouent un rôle de plus en plus important dans les réaménagements et les constructions de ces espaces.

La distinction de ces deux types de services est essentielle car les ils serviront d'indicateur pour hiérarchiser les stations de métro en fonction de leur quantité et/ou qualité de services.

5. Flux et usages

On peut définir un flux dans le domaine des transports comme étant « l'écoulement, le transfert, d'une certaine quantité de personnes, de véhicules, d'informations, de marchandises, transportés par un moyen de communication, par le biais d'un réseau » (Géoconfluence, 2017). Pour notre cas d'étude, on considère le flux comme étant un nombre de personne et le moyen de communication comme étant la station de métro permettant le passage de l'entrée de la station vers le quai et inversement.

L'usage peut se définir comme étant le « fait de se servir de quelque chose, d'appliquer un procédé, une technique, de faire agir un objet, une matière selon leur nature, leur fonction propre afin d'obtenir un effet qui permette de satisfaire un besoin » (CNRTL, 2012). Pour le projet de recherche, les usages font référence aux différents services proposés dans les stations de métro.

Comme il a été présenté précédemment, les stations de métro n'avaient qu'une seule et unique fonction de transport permettant de relier le réseau à la ville. Les stations ont donc été aménagées et

construites de façon à relier directement l'entrée-sortie au quai : « Apologie de la ligne les stations étaient principalement des quais le long de la ligne » (Gabriel Dupuy, 1993), mais aussi à accueillir un flux principal d'usagers : « La raison principale en est accentuée pendant plusieurs décennies sur le mouvement des flux de voyageurs dans le métro » (Gabriel Dupuy, 1993).

Or de nouveaux services ont été introduits dans ces espaces, ceci implique des nouveaux usages dans les stations et donc l'apparition de nouveaux flux secondaires. L'accumulation des usages et des flux peut amener à la création de différents conflits comme il est présenté dans le document de Maidadi Sahabana et Annabel Mosnat (2002), lorsque :

- La structure de la station est de type horizontal : les fonctions et services sont repartis dans un espace plan. Ce qui peut amener à des conflits d'usage et des conflits de localisation des différents services : exemple de la station gare de Lyon à Paris où l'on retrouve sur un même plan les services fournis par la RATP, des commerces et les couloirs d'accès aux lignes de métro
- La structure de la station est de type vertical : les différentes fonctions et services se superposent sur différents niveaux pouvant amener des conflits de flux : exemple de la station gare du Nord à Paris où chaque niveau adapte ses commerces et ses services en fonction d'un mode de transport (train, RER, métro).

De plus, l'introduction de services dans ces espaces clos dit de transit peut entraîner une privatisation de l'espace entravant les flux de passage. C'est ce qui pose majoritairement problème au sein de ces espaces clos puisque les offres de services détournent les trajectoires initialement prévues pour faire transiter les usagers d'une rame de métro à la ville.

Cependant, l'introduction de nouveaux services peut aussi permettre une canalisation des flux. C'est le cas des bornes self-service qui ont transformé la façon de se déplacer dans les gares sans pour autant en modifier ses usages (achat de tickets) : « ce ne sont pas les automates qui ont introduit la diversité des services dans les gares : ces services reposaient tous sur des schémas de transaction commerciale classique, avec intermédiaire humain » (Dominique Boullier, 1996)

C'est donc pour cela que l'automatisation a été une solution non négligeable pour la réduction de l'impact des services sur les flux puisqu'elle permet de séparer les besoins au sein d'un même espace (plusieurs guichets automatiques de ventes de tickets par exemple) mais aussi de réduire le temps d'attente pour ce même service.

Les différentes bornes permettent aussi de fluidifier le trafic et de créer des axes de circulation par leur positionnement en étant : « placés en plein milieu des axes de déplacement départ et contribuent même à structurer ces axes : « l'allée royale » sous le panneau départ se meuble d'automates en batterie et de ce seul fait prend un statut renforcé d'entrée privilégiée » (Dominique Boullier, 1996). Ces nouveaux flux et usages vont attirer de nouveaux usagers et clients dans les stations amenant à une nouvelle organisation et gestion de l'espace.

La compréhension des notions de flux et d'usages sont nécessaires puisque le flux d'usagers est une donnée entrante majeur dans la phase d'analyse. Cela permettrait d'établir s'il existe ou non un lien entre ces flux et la quantité et/ou qualité de services présent dans les stations de métro.

V. Méthode

Comme il a été introduit précédemment, l'objectif de ce projet est de déterminer s'il existe un lien entre les flux d'usagers et la qualité et/ou quantité de services dans les stations de métro. Cette partie servira à présenter les méthodes nécessaires permettant de récolter et de construire les différents types de données.

1. Collecte des données

a. Présentation des données entrantes

Pour pouvoir exposer l'existence d'un lien entre les flux et les services, il a été nécessaire d'obtenir des données permettant de quantifier le nombre d'usagers empruntant le réseau RATP.

Le premier jeu de données provient de l'établissement public *Ile de France mobilité* qui est l'autorité organisatrice des transports de la région Ile de France. Ces données contiennent le nombre de voyages annuels par ligne de métro. Ce jeu de données présente des flux à l'échelle des lignes de métro. Or dans notre cas d'études, il est nécessaire d'avoir des données de flux d'usagers à l'échelle des stations de métro.

Un deuxième jeu de données est donc nécessaire. Cet ensemble de données provenant de la RATP, contient les flux d'usagers entrant par station du réseau ferré sur l'année 2017. Ne possédant pas les flux sortant par stations, l'hypothèse de travail que l'on peut faire sur ce deuxième jeu de donnée est que l'on considère que les flux sortant par stations sont égaux aux flux entrants. Cette hypothèse permet de supprimer les facteurs extérieurs (zone d'emplois, zone commerciale, zone touristique) pouvant impacter les comportements des usagers et ainsi avoir un nombre d'usagers entrant et sortant différent.

Ces deux jeux de données présentent un premier biais concernant le calcul du nombre d'entrées par station. Les flux annuels sont calculés à partir des entrées en provenance de la voie publique, du réseau de surface et du RER mais les correspondances entre les différentes lignes ne sont pas prises en compte. Ceci va alors minimiser la charge des lignes et des stations en ne prenant pas en compte une partie des usagers de la station.

Le deuxième biais concerne les fraudeurs : ils ne sont pas comptabilisés dans les flux d'usagers entrant, ce qui minimise aussi le nombre d'usagers réels par ligne et par station. Connaître le pourcentage moyen de fraude sur le réseau métropolitain serait utile. Cependant, une moyenne masque des inégalités et pourrait traduire pour certaines stations un nombre conséquent d'utilisateur non pris en compte dans l'analyse. Cela pourrait erroné l'analyse flux/services pour certaines stations.

b. Données manquantes

La deuxième partie de cette collecte de données concerne la quantité et la qualité de services. Pour notre cas d'étude, les services proposés en station sont séparés en deux catégories :

- Le premier type concerne les services reliés aux transports et proposés par l'exploitant : le nombre de point de vente, les services facilitant l'accessibilité, les services d'information, le nombre de portiques. Ces informations ne sont pas ou peu disponibles, parfois existantes mais seulement pour une ligne ou une station donnée.
- La deuxième concerne l'ensemble des services annexes aux transports : dans ce cas d'étude, il s'agit des services commerciaux proposés en station. Malheureusement, n'ayant pas pu obtenir à temps les données sur les services commerciaux en station de la part de *Promométro* : gestionnaire de l'intégralité des commerces et services situés sur les réseaux de transport parisien (les services de la société sollicités début septembre par n'ont pas été suffisamment réactifs car confrontés à de nombreux impératif) ; il a donc fallu créer ce jeu de données.

2. Création des données

Ne pouvant se passer de ces données manquantes, il a donc fallu trouver un moyen de les créer pour pouvoir débiter l'analyse et ainsi répondre à la question de recherche. Plusieurs méthodes ont été proposées :

- La première idée concerne uniquement la reconstruction des données commerciales. Le but était de géolocaliser par leurs adresses postales, les entreprises proposant les services grâce à la base *SIRENE* de l'*INSEE*. Cette base rassemble les informations économiques et juridiques de près de 10 millions d'établissements. Cependant, une nouvelle barrière dans la création de ces données est apparue : la méthode de géolocalisation de ces services ne peut pas être utilisée puisque les commerces se situent dans des espaces aériens et souterrains qui ne possèdent pas d'adresse postale. Après de nombreuses recherches et face à la difficulté de reconstruction des données, cette méthode a été mise de côté.
- La deuxième idée peut être utilisée pour les services commerciaux mais aussi pour les services liés aux transports. Il s'agit de créer nos propres données en allant les recueillir sur les lieux de l'étude de cas grâce à une grille d'analyse préalablement mise en place. Contrairement à la méthode précédente et au temps imparti, cette méthode ne permet pas d'étudier l'ensemble des stations du réseau parisien. Cependant, la partie étudiée du réseau permettra de réaliser une analyse beaucoup plus fine et réaliste grâce aux critères détaillés de la grille d'analyse.

a. Création de la grille d'analyse

La volonté au travers de cette grille d'analyse est de pouvoir mettre en lumière la diversité des services proposés permettant de créer une hiérarchie entre les stations. Comme il sera présenté par la suite, la majorité de la grille est composée sous forme de questions avec des réponses oui/non auquel s'ajoute une valeur quantitative permettant de dénombrer le nombre de services. Pour certains services, un critère de localisation dans la station a été ajouté pour savoir si le service se trouve :

- Dans l'espace d'entrée/sortie de la station

- Dans les espaces d'attente de la station : les quais
- Dans les espaces de progression : les couloirs de la station
- Dans les espaces de connexion entre différentes lignes

Ces espaces ayant des fonctions différentes dans la station de métro, connaître la localisation des différents types de services et de commerce peut permettre, ou non, de dégager une logique qui déterminerait l'organisation de l'implantation des services dans les différents espaces d'une station.

La première partie de la grille a été utilisée pour décrire l'infrastructure du réseau passant par les stations, permettant ainsi de réaliser une première typologie des stations. Cette partie se décline en deux catégories :

- Le flux entrant annuel
- Si la station permet la correspondance entre plusieurs lignes : oui/non et nombre

La deuxième partie de grille traite des services liés aux transports proposés par l'exploitant. Les services qui seront étudiés ont été classés en trois catégories :

- Les services permettant d'accéder aux stations :
 - o Présence de guichets automatiques pour l'achat de titres de transport : oui/non et le nombre
 - o Présence de guichet avec personnel : oui/non et nombre
 - o Nombre de portiques entrant et/ou sortant
- Les services facilitant le déplacement à l'intérieur des stations :
 - o Présence d'ascenseur : oui/non et le nombre
 - o Présence de tapis roulant : oui/non et le nombre
 - o Présence d'escalator : oui/non et le nombre
- Les services traitant de l'information voyageur :
 - o Ecran d'information en temps réel sur l'état de fonctionnement du réseau : oui/non, nombre et localisation
 - o Bornes d'information voyageurs indiquant en temps réel les prochains passages des rames : oui/non, nombre

La troisième partie de la grille se focalise sur les services annexes aux transports proposés en station. Pour notre cas d'études, cela concerne les services commerciaux qui se déclinent en trois catégories (*Les pôles d'échanges en France*, CERTU) :

- Les services permettant d'agréments le temps d'attente en station où l'on retrouve les distributeurs de boissons et de snacks : oui/non, nombre et localisation
- Les services permettant de valoriser le temps d'attente. Ce sont principalement des services nécessitant de courts temps d'arrêt dans les stations (ex : le photomaton) : oui/non, nombre et localisation
- Les commerces qui se divisent selon l'entreprise *Promométro* en différentes catégories : l'alimentaire, la santé, la presse, la mode et accessoires et le non catégorisé

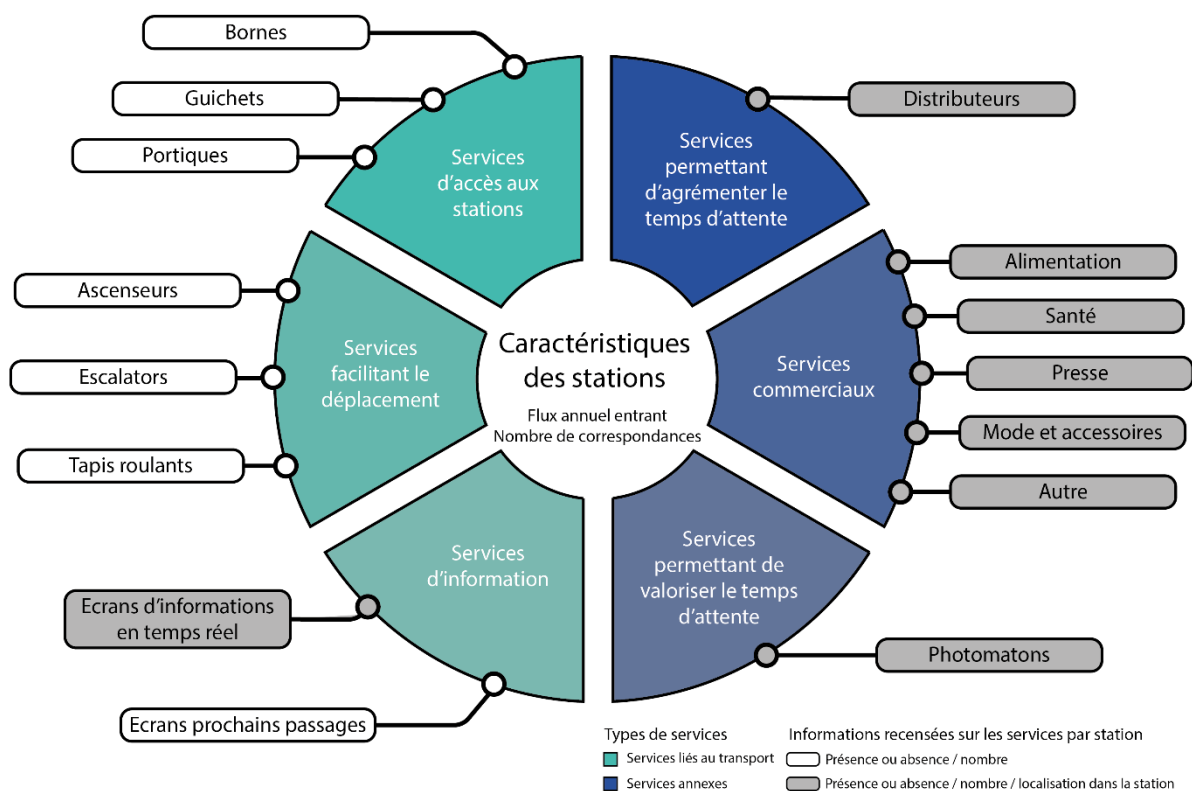


Figure 6 - Schéma de la grille d'analyse ; auteur : Léo MAGAT

b. Sélection des stations à visiter

Ne pouvant visiter l'ensemble des stations dans les temps impartis, il a fallu réaliser une sélection des stations qui seront étudiées et analysées grâce à la grille de travail. Pour pouvoir sélectionner des stations, il a fallu se baser sur au minimum un critère commun à l'ensemble des stations de métro. Pour ce cas d'étude, l'ensemble des flux annuels entrants par stations sont connus. Ces données peuvent donc servir de critère de sélection des stations.

Cependant, les flux d'individus entrants par station sont des variables quantitatives discrètes (elles ne prennent que des valeurs isolées). C'est-à-dire que les valeurs des flux ne sont pas continues : un flux ne peut pas prendre toutes les valeurs comprises entre deux nombres puisqu'un individu est indivisible. Il faut donc créer des classes pour pouvoir commencer à sélectionner les stations.

L'ensemble du réseau parisien est composé de 303 stations avec un nombre de personnes annuelles entrantes en 2017 allant de 170 000 à plus de 50 millions de personnes. Les 303 stations ont été triées dans 9 classes permettant de représenter au mieux la typologie du réseau parisien.

classe	numéro de classe
moins de 1M	1
1M - 2M	2
2M - 3M	3
3M - 4M	4
4M - 5M	5
5M - 6M	6
6M - 8M	7
8M - 10M	8
plus de 10M	9

Figure 8 - Classes des stations selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo MAGAT

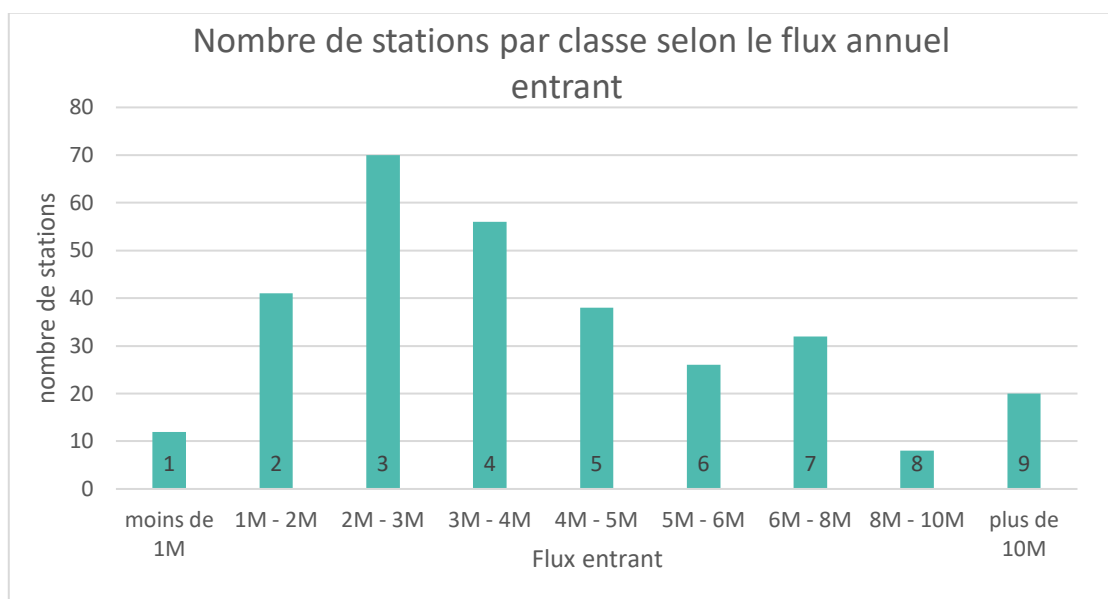


Figure 7 - Nombre de stations par classe selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo MAGAT

Une fois la classification réalisée, la deuxième étape a été de savoir comment sélectionner les stations dans les classes. Pour cela, deux méthodes ont été proposées :

- La première méthode consiste à sélectionner le même nombre d'individus par classes (ex : 7 stations par classe)
- La deuxième méthode consiste à sélectionner le même pourcentage d'individus par classe (ex : 30% des stations par classe)

La première méthode de sélection permet d'avoir une meilleure analyse interclasses puisque la taille des échantillons est identique. Cependant, le fait de sélectionner le même nombre d'individus par classe fait s'estomper la représentativité des classes. En effet, si l'on sélectionne par exemple 7 individus par classes, on obtient pour la classe la plus représentée (n°3) que seuls 10% des individus

ont été sélectionnées alors que pour la classe la moins représentée (n°8), la sélection est exhaustive puisque 100% des individus ont été sélectionnés.

Pour la seconde méthode, le fait de sélectionner les individus selon un pourcentage permet de garder la typologie du réseau. En effet, si l'on sélectionne par exemple 30% d'individus par classes, on obtient pour la classe la plus représentée (n°3) 21 individus sélectionnés alors que pour la classe la moins représentée (n°8), on obtient un échantillon de 2 individus.

La deuxième méthode d'échantillonnage apparaît comme étant celle qui représente le mieux la population statistique des stations du métro parisien.

Pour pouvoir réaliser la sélection des stations en un weekend (par contraintes de temps et de moyens), il a été décidé que 20% des stations de métro seront étudiées, ce qui fait 63 stations de métro à analyser.

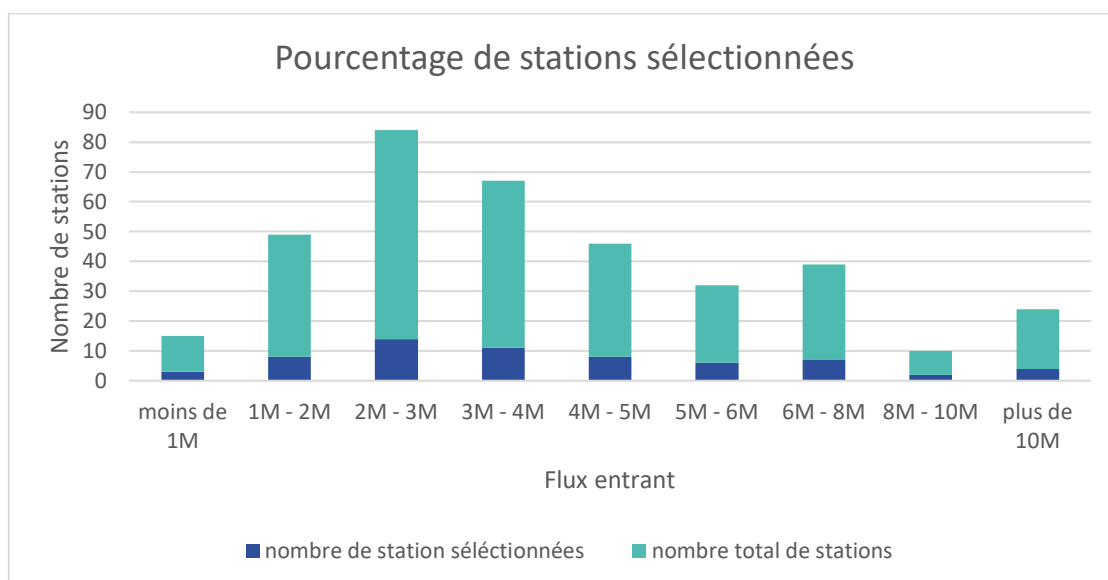


Figure 9 - Pourcentage de stations sélectionnées pour le recueillement de données par classe ; auteur : Léo MAGAT

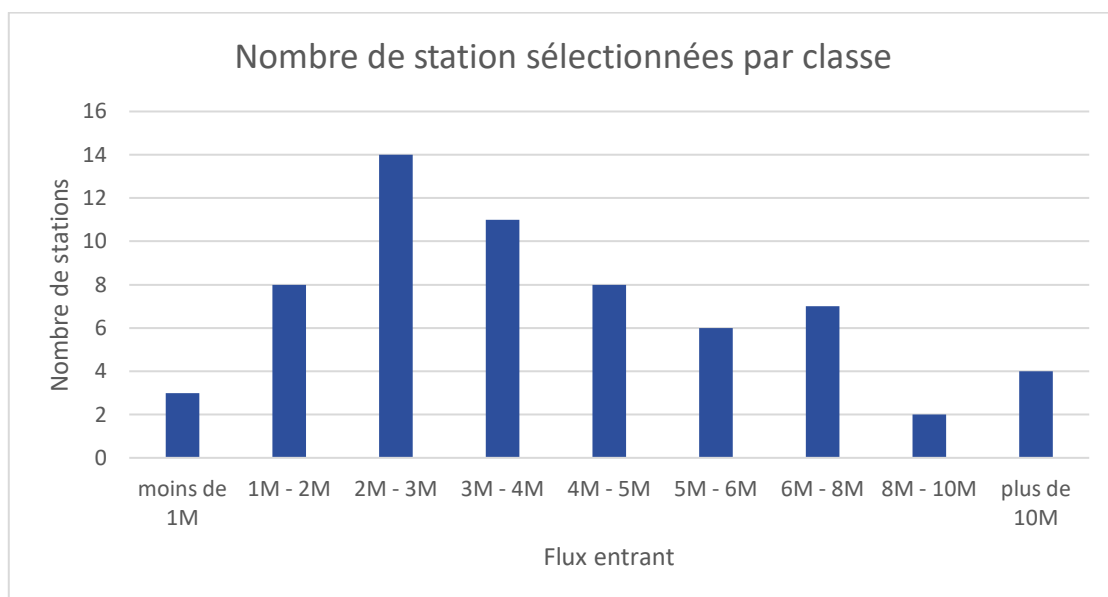


Figure 10 - Nombre de stations sélectionnées pour le recueillement de données par classe ; auteur : Léo MAGAT

Une fois le nombre d'individus sélectionnée par classe connu, des tirages au sort sans remise ont été réalisés. Ces tirages au sort ont donc permis de déterminer nominativement quelles stations seront analysées (ce que l'on peut observer dans la carte ci-dessous).

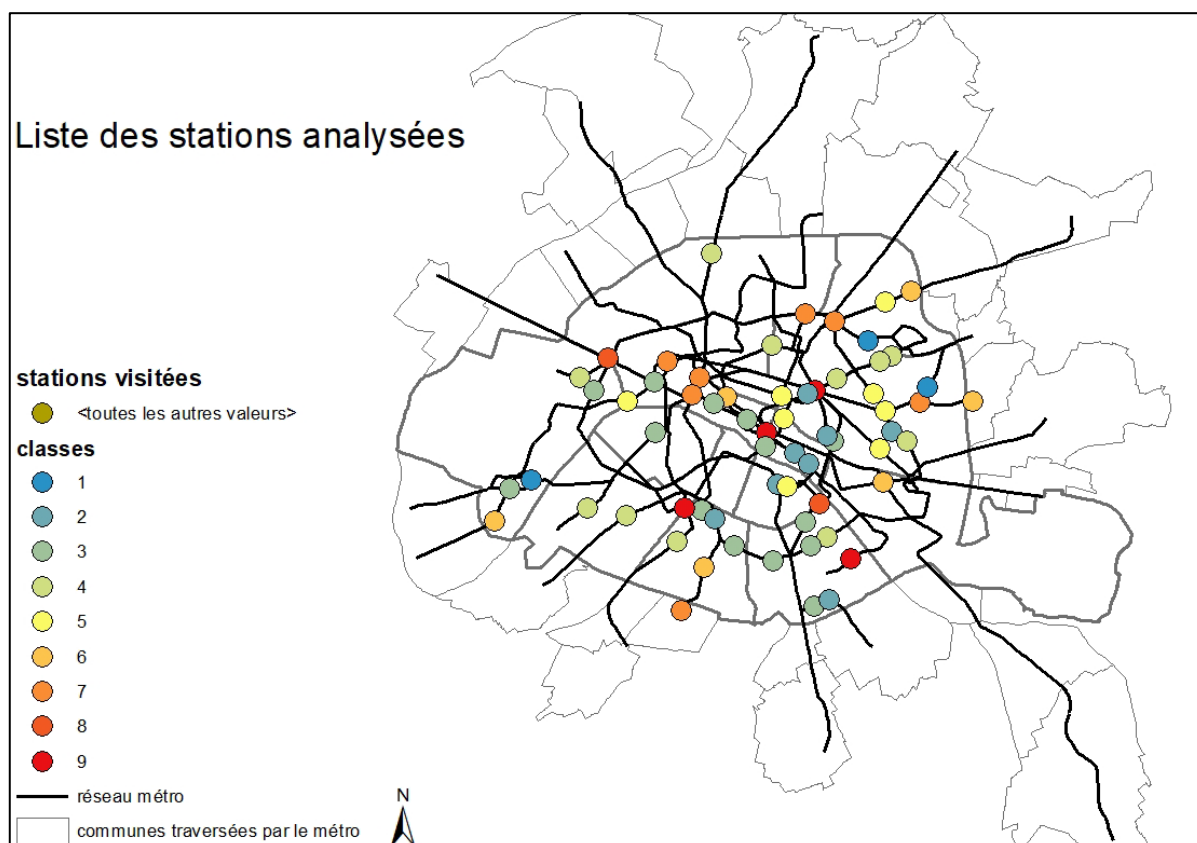


Figure 11 - Carte des stations visitées pour le recueillement de données ; auteur : Léo MAGAT

Une fois la sélection des stations terminée , afin de pouvoir juger la qualité de notre sélection permettant de répondre à la deuxième hypothèse traitant de l'impact des correspondances sur la qualité et/ou la quantité de services, une étude du nombre de correspondance avec les lignes de métro mais aussi de RER été réalisée. Sur les 302 stations du réseau de métro parisien, 70 stations possèdent des correspondances soit un pourcentage de 23%.

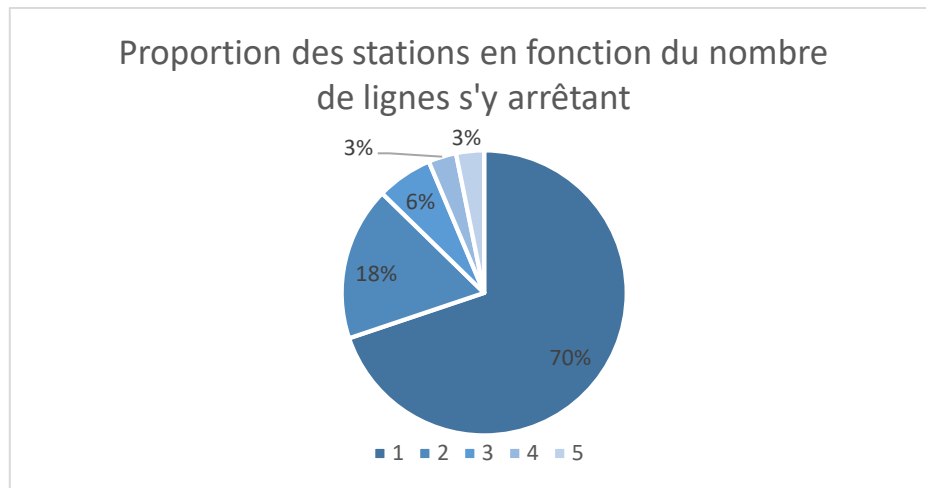


Figure 12 - Proportion des stations en fonction du nombre de lignes s'y arrêtant ; auteur : Léo MAGAT

Or pour notre échantillon de 60 stations, 30% des stations étudiées possèdent au moins une correspondance avec une autre ligne comme indiqué sur le graphique ci-dessus. L'échantillon sélectionné est donc représentatif du réseau parisien au travers de classes de flux annuel entrant mais aussi des correspondances.

c. Protocole de recueillement

Une fois la grille et l'échantillon des stations réalisés, il a fallu créer un protocole permettant de recueillir les données de façon définie et précise afin d'obtenir les données les plus homogènes possibles. L'objectif de ce protocole est de parcourir les stations de métro d'une unique façon : de l'entrée de la station vers les quais.

La première étape dans le protocole est de se rendre dans les espaces d'entrée/sortie des stations afin d'obtenir les données des services se situant dans ces espaces (voir n°1 du schéma).

Ensuite, la deuxième étape est de parcourir l'ensemble des espaces de connexion et de progression (couloirs des stations de métro) afin de relever les services dans ces espaces.

Enfin, la dernière étape est d'observer les services se situant dans les espaces d'attentes (quais) et de relever les services se situant dans ces espaces.

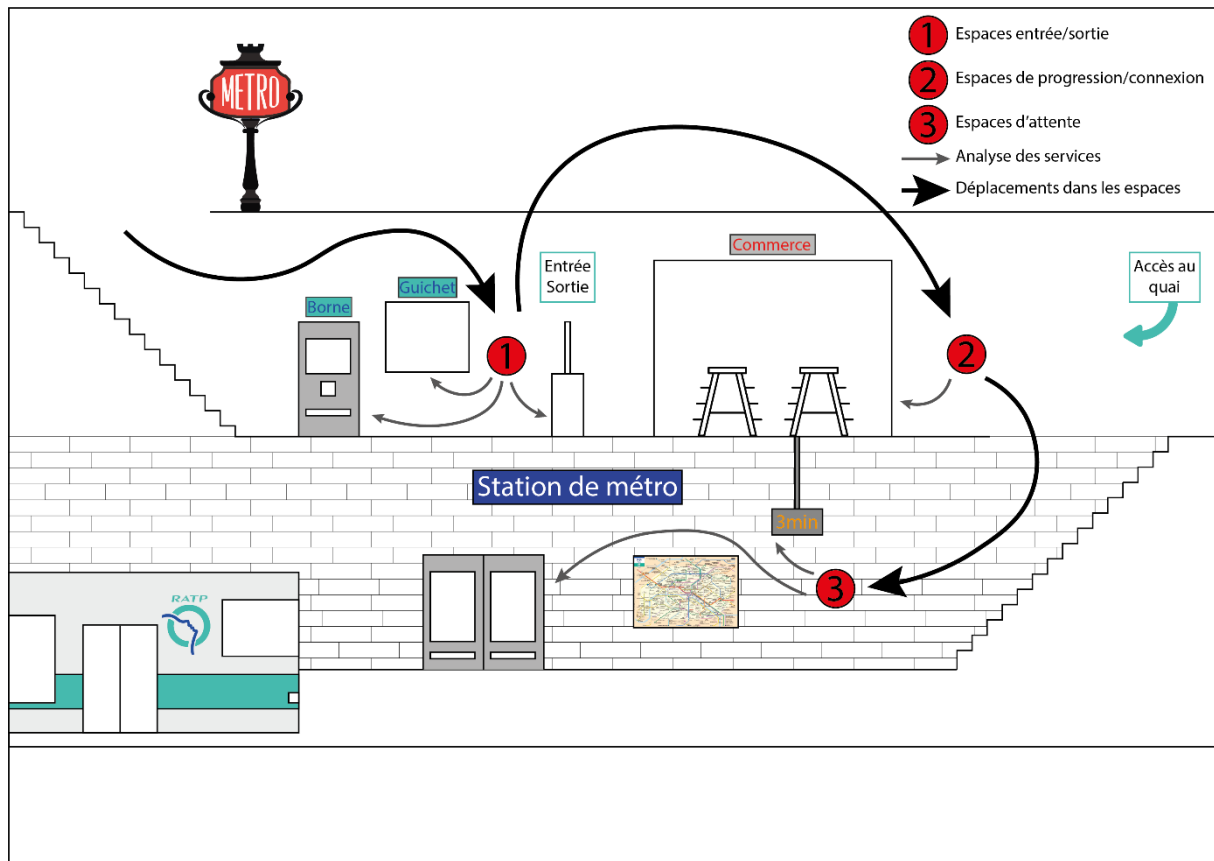


Figure 13 - Schéma du protocole de recueillement des données dans les stations de métro ; auteur : Léo MAGAT

VI. Résultats et analyse

1. Méthode d'analyse de la grille

Afin de répondre à la question de recherche et de valider les hypothèses mises en place, une méthodologie d'analyse de la grille est nécessaire dans le but de faire ressortir un certain nombre de résultats.

L'ensemble des services vont être à tour de rôle mis en confrontation avec le flux annuel entrant et le nombre de ligne passant par la station. Les objectifs de cette étude séparée sont :

- Premièrement d'observer les corrélations c'est-à-dire l'intensité de la relation entre un service et le flux annuel entrant et entre un service et le nombre de correspondances.
- Deuxièmement d'observer la détermination entre le service et le flux annuel entrant. La détermination permet d'expliquer qu'une certaine part du résultat observée pour un service s'explique uniquement par le flux annuel entrant. La partie inexpliquée du résultat se justifie par de nombreux facteurs non pris en compte dans l'analyse.

L'atteinte de ces objectifs passe par l'utilisation de plusieurs coefficients :

- Le premier est le coefficient de corrélation qui peut être calculé de plusieurs façon selon la distribution des points. Le plus connu est le coefficient de corrélation de Pearson qui s'utilise

dans le cas d'un échantillon dont la taille est supérieure à 30 individus et dont la distribution des points est linéaire. La formule pour calculer ce coefficient est la suivante :

$$r(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Cette fonction utilise la covariance entre les deux caractères (X et Y) et les écarts types de X et Y. Par la suite, il suffit de comparer le coefficient obtenu avec le tableau ci-dessous pour obtenir l'intensité de la relation.

r	0	0 – 0,2	0,2 – 0,5	0,5 – 0,8	0,8 – 1	1
Intensité	Nulle	Faible	Moyenne	Forte	Très forte	Parfaite

Figure 14 - Interprétation du coefficient de corrélation de Pearson ; auteur : Léo Magat

Une fois les coefficients de corrélation calculés, il est nécessaire de déterminer leur véracité. Pour cela, un test de signicativité doit être utilisé. Afin d'utiliser ce test, il faut :

- Poser une hypothèse de travail H_0 : il n'y a pas de relation entre les variables X et Y
- Poser le seuil de signicativité $\alpha = 0,05$
- Calculer la p-value, il s'agit de la probabilité pour un modèle statistique donné sous l'hypothèse H_0 d'obtenir la même valeur ou une valeur encore plus extrême que celle observée.

Une fois l'hypothèse et le seuil posé, il suffit de comparer la p-value et α pour valider ou non l'hypothèse H_0 :

- Lorsque la p-value $< \alpha$, l'hypothèse H_0 doit être rejetée. Le coefficient de corrélation de Pearson observé peut être validé.
- Lorsque la p-value $> \alpha$, l'hypothèse H_0 doit être validée. Le coefficient de corrélation de Pearson doit être refusée et conclure que la corrélation observée est due au hasard.
- Le deuxième coefficient utilisé est le coefficient de détermination qui permet d'expliquer le pourcentage des valeurs de Y qui s'explique uniquement par X où la formule est :

$$R^2(X, Y) = \left(\frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} \right)^2.$$

Cette formule utilise différentes variables où :

- X représente la valeur du flux annuel entrant
- Y représente la valeur du service
- \bar{X} et \bar{Y} représentent les moyennes de X et Y

Une fois les coefficients de corrélation et de détermination calculés pour l'ensemble des services, les services pour lesquels leur localisation dans la station a été relevée ont bénéficié d'une analyse complémentaire au travers d'un tableau à double entrée.

Par la suite, l'ensemble des services liés au transport et les services annexes seront analysés.

2. Analyse des services liés au transport

a. Les services d'accès aux stations

Plusieurs types de services liés à l'accès des stations ont été recensés et analysés séparément selon la méthode présentée ci-dessus.

Le premier service étudié concerne les guichets automatiques dans les stations. Ce sont entre autres grâce à ces guichets que les usagers peuvent acheter et recharger leurs titres de transports.

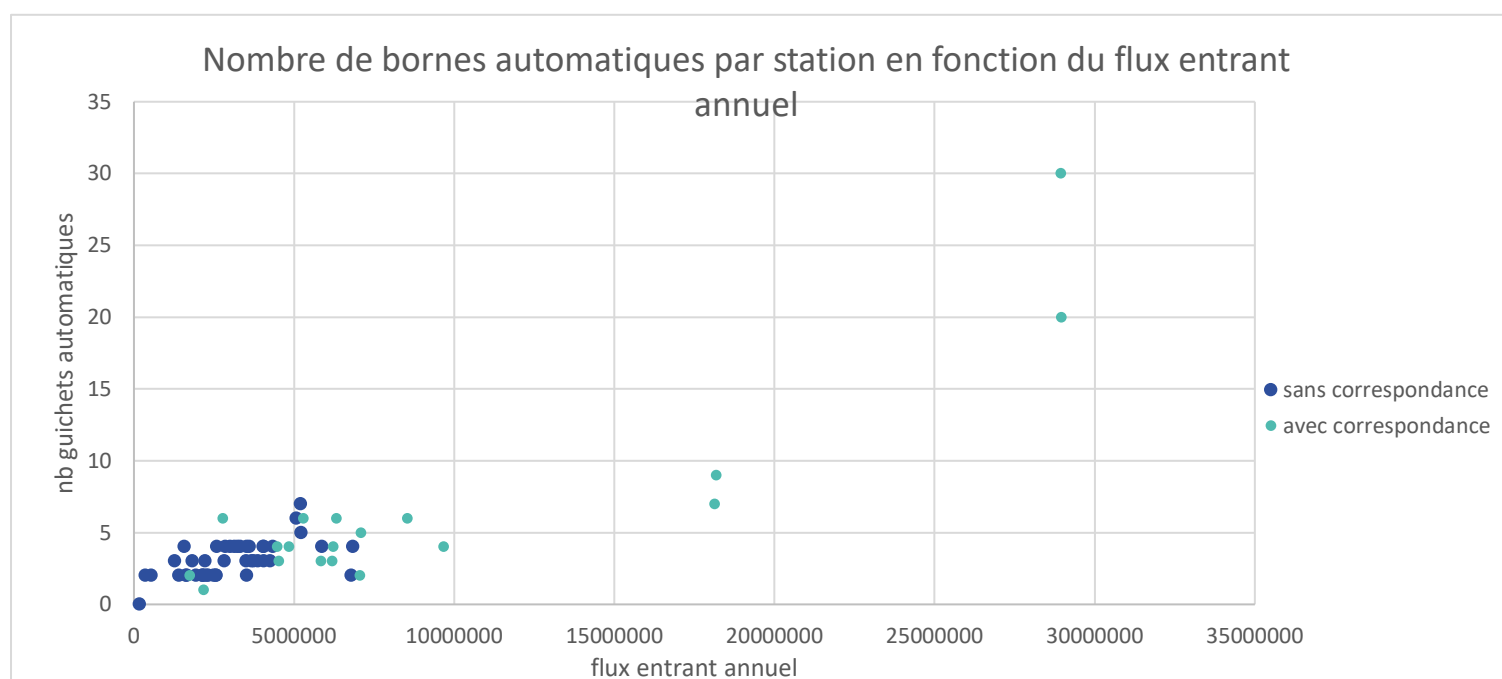


Figure 15 - Nombre de bornes automatiques par station en fonction du flux annuel entrant ; auteur : Léo MAGAT

Comme nous pouvons le voir sur le graphique ci-dessus, il est difficile, en raison de l'échantillon, de pouvoir séparer et réaliser deux groupements de points entre les stations sans correspondances et les stations avec.

		Test de signicativité : p-value
Coefficient de corrélation en fonction du flux annuel entrant	0,88	< 0,0001
Coefficient de corrélation en fonction du nombre de correspondances	0,68	< 0,0001
Coefficient de détermination	0,778	

Figure 16 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de guichets automatiques et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT

Pour ce qui concerne les intensités des relations, on peut observer dans le tableau ci-dessous que :

- La relation entre le nombre de bornes automatiques et le flux annuel entrant est très forte. Cela signifie que le nombre de bornes est en relation avec le nombre d'usagers entrant dans les stations. La RATP a donc mis en place une offre de bornes automatiques dans le but de répondre à la demande et de diminuer le temps d'attente.
- La relation entre le nombre de bornes et le nombre de correspondances est forte. On remarque qu'il existe une relation entre ces deux variables qui s'explique par le fait que plus une station de métro a de correspondances, plus elle augmente sa superficie souterraine et donc aussi son nombre de connexions vers l'extérieur. L'ensemble des zones d'entrée/sortie a aussi forcé la RATP à ajuster son offre de guichet automatique.

Les deux tests de corrélation de Pearson peuvent être validés puisque les tests de significativités ont montré que les p-values sont inférieures à α . Les hypothèses H_0 (il n'y a pas de relation entre les variables X et Y) sont donc rejetées.

Le coefficient de détermination permet de repérer que 78% des bornes automatiques installées dans les stations de l'échantillon s'expliquent uniquement par le nombre d'utilisateurs entrant dans les stations en un an. Les 22% restants sont des facteurs indéterminés.

Le deuxième service concerne le nombre de portiques par station. Les portiques représentent la frontière entre le monde extérieur et le réseau de métro. Ils permettent d'entrer et de sortir du réseau de métro grâce à un titre de transport valide. Dans cette étude, ce sont l'ensemble des portiques qui ont été étudiés et non pas la différenciation entre les portiques ayant une fonction d'entrée dans le réseau et ceux ayant une fonction de sortie du réseau.

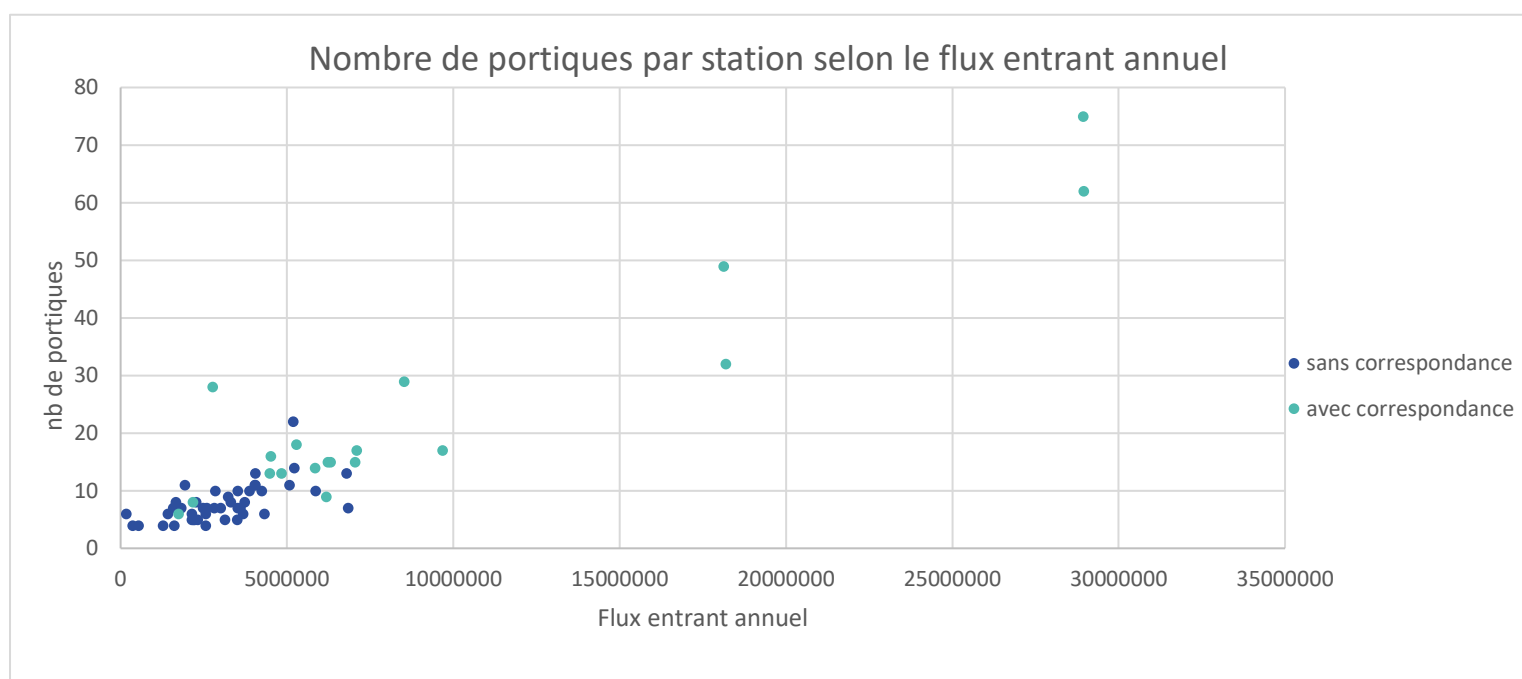


Figure 17 - Nombre de portiques par station en fonction du flux annuel entrant ; auteur : Léo MAGAT

		Test de signicativité : p-value
Coefficient de corrélation en fonction du flux annuel entrant	0,71	< 0,0001
Coefficient de corrélation en fonction du nombre de correspondances	0,83	< 0,0001
Coefficient de détermination	0,871	

Figure 18 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de portiques et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT

Lorsque l'on regarde les coefficients de corrélation représentant l'intensité de la relation entre les variables, on observe que :

- L'intensité de la relation entre le nombre de portiques et le flux annuel entrant est forte. Cela signifie que le nombre de portique installé par la RATP est lui aussi en relation avec le flux annuel entrant : l'offre de portiques correspond à la demande.

- L'intensité de la relation entre le nombre de portiques et le nombre de correspondances est très forte. Cela s'explique aussi par le fait que plus une station a de correspondances, plus elle a de connexions vers le monde en surface, plus le nombre de portiques doit être important.

De plus, les deux tests de corrélations de Pearson peuvent être acceptés puisque les valeurs des deux p-values calculées sont inférieures à α .

Le coefficient de détermination permet lui d'expliquer que 87% des portiques installés dans les stations de l'échantillon se justifie uniquement par le nombre d'usagers entrant dans les stations en un an. Les 13% restants sont des facteurs indéterminés.

Pour ce qui concerne l'étude des guichets avec présence d'un personnel de la RATP, il s'est révélé qu'après le recueil et l'analyse des données, il n'est pas pertinent de mettre en relation les guichets avec le flux annuel entrant et les correspondances. Cela s'explique par le fait qu'il s'agit d'une obligation pour la RATP d'avoir dans chaque station au moins un guichet permettant d'offrir une présence humaine aux voyageurs et de garantir la sécurité du réseau. En ce qui concerne le nombre de guichets, seulement quelques stations ayant les flux annuels entrant les plus importants en possèdent plusieurs. Dans le cas de l'échantillon, les cinq stations ayant les flux les plus importants ont au minimum deux guichets, ce qui représente 8% des stations de l'échantillon.

Le fait que la majorité des stations ne possèdent qu'un guichet est principalement dû à des contraintes budgétaires. En effet, le coût de la masse salariale ne permet pas à la RATP d'adapter l'offre des guichets par rapport au flux annuel entrant.

On peut donc conclure pour cette partie que les services permettant d'accéder aux stations sont adaptés au flux annuel entrant. Ces concordances entre service, flux et correspondance sont surtout visibles sur l'installation des bornes automatiques et des portiques. En ce qui concerne les guichets, il n'y a pas de corrélation avec le flux et les correspondances mais la présence minimale d'un guichet par station permet d'offrir service correct à ses usagers.

Pour l'ensemble de ces services, une raison qui peut expliquer que les relations avec le flux et les correspondances ne sont pas parfaites sont les contraintes de places. En effet, l'architecture des stations et leur localisation dans des espaces contraints par l'environnement extérieur qui les entourent, ne permet pas à l'exploitant de développer totalement ces services dans le but d'accorder l'offre et la demande.

b. Les services facilitant le déplacement

La suite de cette analyse se focalise sur les services facilitant le déplacement. Il est important de préciser avant de rentrer dans l'analyse détaillée des services que seul une partie des stations en sont

équipées et contrairement aux services d'accès aux stations, leur présence n'est pas obligatoire pour le bon fonctionnement du réseau de transport. En effet, 57% des stations de l'échantillon possèdent au moins un service facilitant le déplacement c'est-à-dire au moins un ascenseur et/ou un escalator et/ou un tapis roulant.

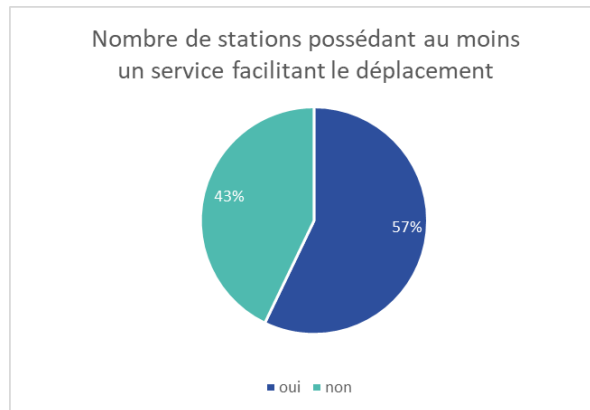


Figure 19 - Nombre de stations possédant au moins un service facilitant le déplacement ; auteur : Léo MAGAT

La première analyse des services facilitant le déplacement se focalise sur les escalators dans les stations. Il s'agit d'un escalier mécanique permettant de se rendre sans effort physique d'un niveau de la station à un autre.

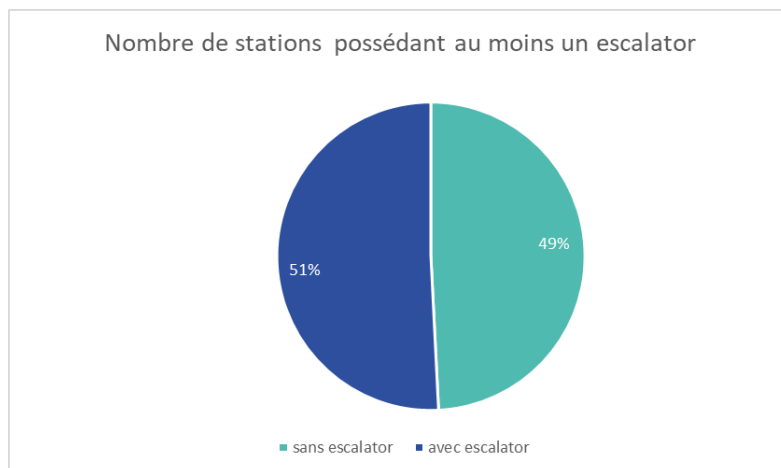


Figure 20 - Nombre de stations possédant au moins un escalator ; auteur : Léo Magat

Comme nous pouvons le voir dans le graphique ci-dessus, la majorité des stations (89% des stations étudiées) possédant au moins un service de déplacement sont principalement équipées d'au moins un escalator.

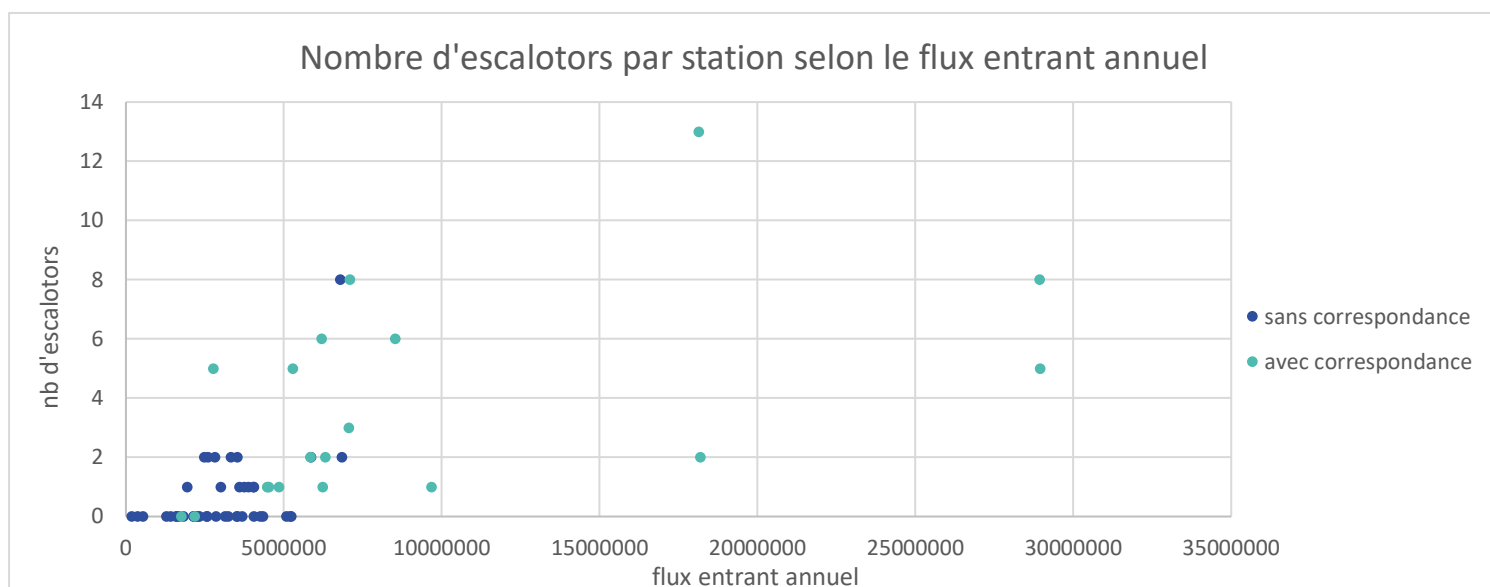


Figure 21 - Nombre d'escalators par station selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo Magat

On peut remarquer aux premiers abords dans le graphique ci-dessus, que la plupart des stations ayant une ou plusieurs correspondances sont équipées d'un escalator au contraire des stations sans correspondance. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que dans les stations avec des correspondances, les quais des différentes lignes se situent sur plusieurs niveaux. Et afin de réduire les contraintes liées à la rupture de charge et au temps de trajet, des escalators sont installés permettant de faciliter le passage d'un quai à un autre. Cette explication pourra être confirmée ou non au travers de l'analyse des différents coefficients.

		Test de signicativité : p-value
Coefficient de corrélation en fonction du flux annuel entrant	0,63	< 0,0001
Coefficient de corrélation en fonction du nombre de correspondances	0,52	< 0,0001
Coefficient de détermination	0,4	

Figure 22 - Calculs des intensités des relations avec le nombre d'escalators et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT

Par la suite, l'études des coefficients présents dans le tableau ci-dessus montre que :

- L'intensité de la relation entre le nombre d'escalators et le flux annuel entrant est forte. Cela explique bien le fait que plus une station a un flux annuel entrant, plus la probabilité qu'elle possède au moins un escalator est grande.
- L'intensité de la relation entre le nombre d'escalators et le nombre de correspondance est moyen. Ce qui veut dire que les nombre de correspondances n'est pas un facteur majeur mais qu'il participe quand même à l'installation ou non d'escalators.

De plus, les deux tests de corrélations de Pearson peuvent être acceptés puisque les valeurs des deux p-values calculées sont inférieures à α .

Le coefficient de détermination permet lui d'expliquer que seulement 40% des escalators installés dans les stations de l'échantillon s'explique uniquement par le nombre d'utilisateurs entrant dans les stations en un an. Les 60% restants peuvent surtout se justifier par les contraintes du terrain et de l'architecture des stations, qui construites au début du 20^{ème} siècle n'ont pas alors pris en considération l'espace nécessaire pour de futurs aménagements. Cette observation doit aussi se mettre en lien avec des couts importants de rénovation de la station et d'entretien du matériel.

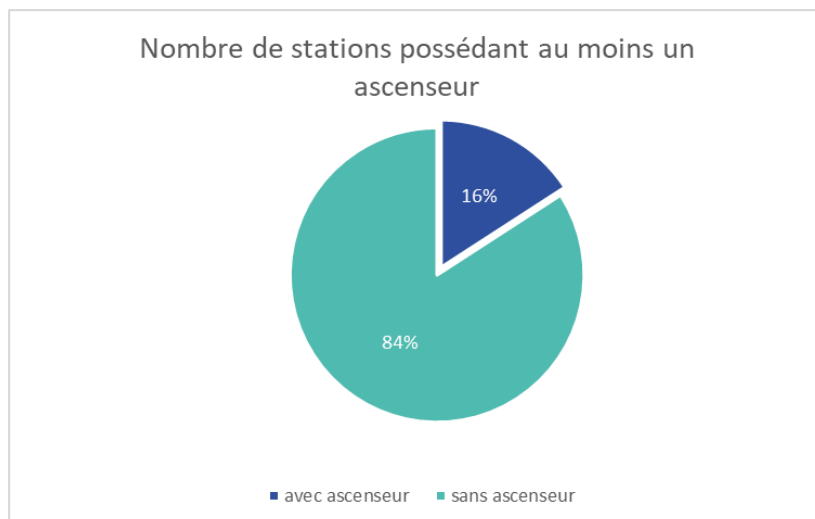


Figure 23 - Nombre de stations possédant au moins un ascenseur ; auteur : Léo Magat

L'ascenseur permet comme l'escalator, d'améliorer le passage d'un niveau à un autre, mais très peu de stations issues de l'échantillon possèdent au moins un ascenseur (16% des stations) contrairement à la présence d'escalators qui est plus répandue.

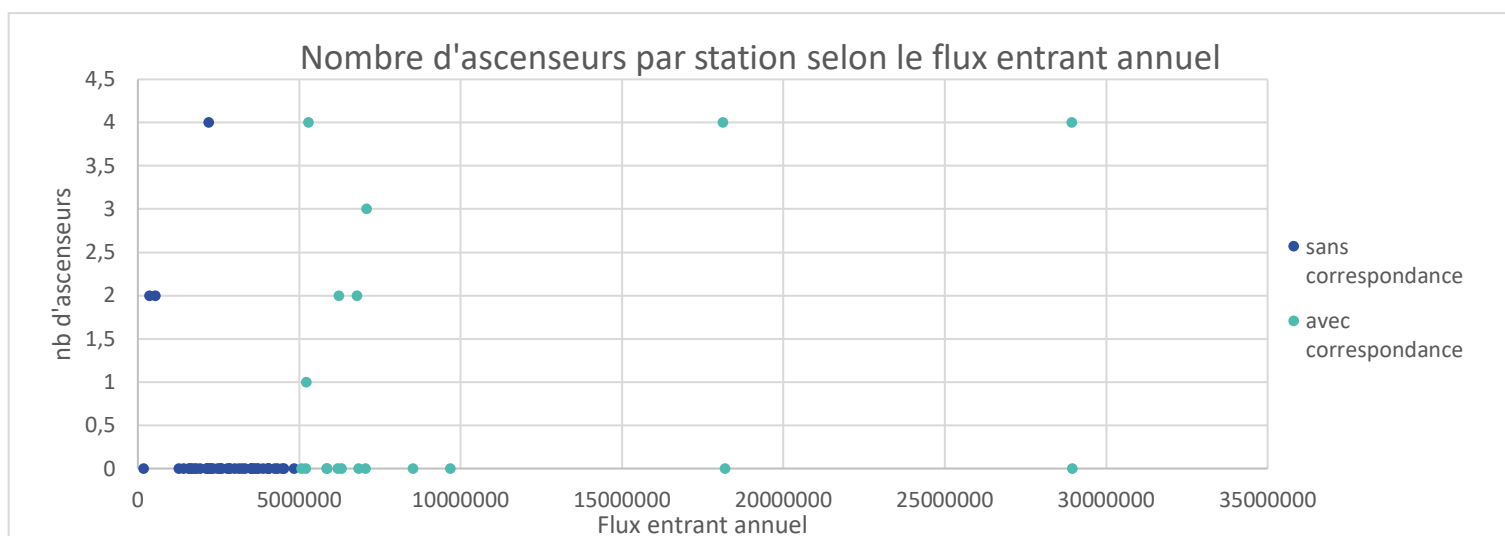


Figure 24 - Nombre d'ascenseurs par station selon le flux annuel entrant ; auteur : Léo Magat

Lors de l'observation du tableau, aucune déduction pertinente ne peut être faite sur la répartition des ascenseurs dans les stations.

		Test de signicativité : p-value
Coefficient de corrélation en fonction du flux annuel entrant	0,35	0,004
Coefficient de corrélation en fonction du nombre de correspondances	0,28	0,024
Coefficient de détermination	0,12	

Figure 25 - Calculs des intensités des relations avec le nombre d'ascenseurs et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT

Cela se confirme lors de l'études des différents coefficients car on peut voir que :

- L'intensité de la relation entre le nombre d'ascenseurs et le flux annuel entrant est moyen.
- L'intensité de la relation entre le nombre d'ascenseurs et le nombre de correspondance est moyen.

Pour ces deux coefficients cela veut dire que le flux et le nombre de correspondance ne jouent pas un rôle prépondérant dans l'installation d'ascenseurs.

De plus, les deux tests de corrélations de Pearson peuvent être acceptés puisque les valeurs des deux p-values calculées sont inférieures à α .

Quant au coefficient de détermination, il permet de comprendre que seulement 12% des ascenseurs installés dans les stations de l'échantillon s'explique uniquement par le nombre d'usagers entrant dans les stations en un an. Comme pour les escalators, leur faible présence s'explique aussi par l'architecture de la station, les couts d'entretien et d'installation mais surtout par les contraintes liées à l'aménagement de la ville en surface.

Pour ce qui concerne l'analyse des tapis roulant dans les stations métro, il s'est avéré que très peu de stations possède ce service facilitant le déplacement : cela représente 3% de l'échantillon et concerne les deux stations ayant de loin les flux les plus importants (Châtelet-les-Halles et Paris Montparnasse). Il n'est donc pas cohérent après analyse d'étudier les corrélations puisque ce sont les stations ayant les plus grandes superficies et le plus important nombre de correspondances qui en sont équipées. Il s'agit alors d'améliorer le confort voyageur, mais surtout de diminuer l'aspect négatif d'une rupture de charge et le temps de correspondance permettant de rendre compétitif ce moyen de transport par rapport à d'autres moyens de transport comme le véhicule personnel.

En conclusion, de par l'ancienneté de réseau métropolitain, on peut observer de nombreuses disparités entre les stations pour ce qui concerne les services facilitant le déplacement. On peut l'expliquer par :

- L'absence de questionnement sur l'accessibilité lors des constructions des stations aux 20^{ème} siècle
- Des stations souterraines rendent compliqué la construction d'un ascenseur par rapport à la ville en surface
- L'exigüité de certaines stations
- L'article GN8 de l'arrêté du 24 septembre 2009 qui explique qu'en cas d'incendie, une personne en fauteuil roulant doit pouvoir prendre un ascenseur où qu'elle se situe sur la ligne, ce qui veut dire que pour rendre une station accessible, il faut réaménager la totalité des stations de la ligne de métro, ce qui pose donc de fortes contraintes budgétaires pour les collectivités.

c. Les services d'informations

La troisième catégorie de service concerne les services d'informations et plus particulièrement les services diffusant de l'information en temps réel.

La première analyse se concentre sur les écrans d'informations en temps réel. Ces installations permettent aux usagers de connaître l'état actuel du réseau ligne par ligne, les prochains passages de l'ensembles des lignes passant par la station.



Figure 27 - Ecran d'informations en temps réel ; auteur : SDV studios

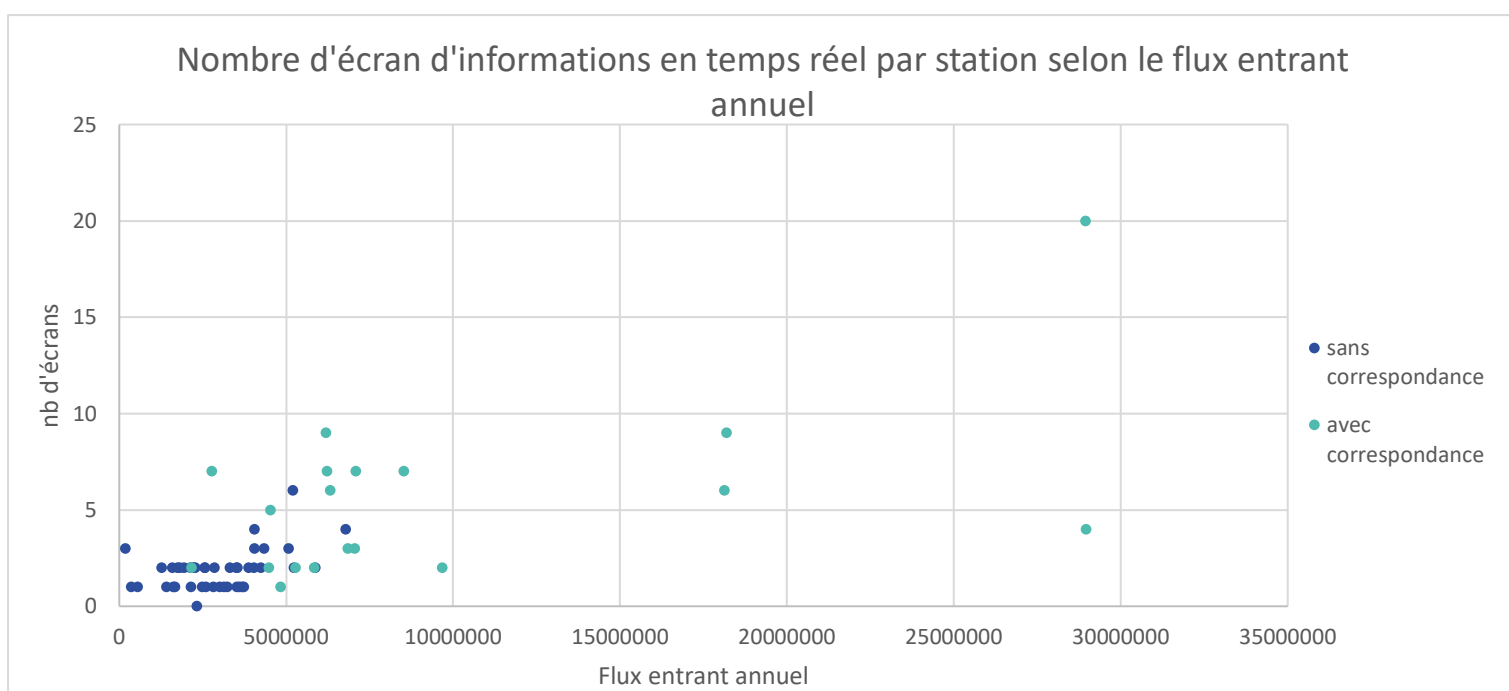


Figure 26 - Nombre d'écrans d'informations en temps réel par station selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo Magat

On peut distinguer lors d'une simple lecture du graphique que ce sont les stations avec correspondances qui possèdent le nombre le plus important d'écrans d'informations en temps réel. On peut cependant observer que quelques stations sans correspondance ont plus d'écrans d'informations que la moyenne, la raison est la suivante : ce sont des stations qui ont été construites par le projet METEOR de la ligne 14 dans les années 90 dont la ligne directrice était d'avoir des stations privilégiant l'espace, ce qui a aujourd'hui permis d'introduire plus facilement des nouvelles technologies (comme on l'observe dans cette étude pour l'information en temps réel).

		Test de signicativité : p-value
Coefficient de corrélation en fonction du flux annuel entrant	0,69	< 0,0001
Coefficient de corrélation en fonction du nombre de correspondances	0,74	< 0,0001
Coefficient de détermination	0,48	

Figure 28 - Calculs des intensités des relations avec le nombre d'écrans d'informations en temps réel et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT

Le coefficient de détermination permet d'expliquer que seulement 48% des écrans d'informations en temps réel installés dans les stations de l'échantillon se justifie uniquement par le nombre d'utilisateurs entrant dans les stations en un an. Les 52% peuvent être compris au regard d'autres facteurs comme par exemple le manque d'espace disponible pour l'installation de cet équipement.

Lors de l'analyse des coefficients, on peut observer dans le tableau ci-dessus que :

- L'intensité de la relation entre le nombre d'écrans d'informations en temps réel et le flux annuel entrant est forte, ce qui signifie que plus une station est importante en termes de flux, plus il sera aisé de trouver des informations sur le trafic du réseau.
- L'intensité de la relation entre le nombre d'écrans d'informations en temps réel et le nombre de correspondances est lui aussi forte. On peut en conclure que plus une station possède de correspondances, plus il y aura d'équipement d'informations en temps réel, ce qui est effectivement nécessaire pour connaître l'état de fonctionnement des lignes en cas de correspondance.

De plus, les deux tests de corrélations de Pearson peuvent être acceptés puisque les valeurs des deux p-values calculées sont inférieures à α .

	% des stations sans correspondance	% des stations avec correspondance
localisation des écrans dans des espaces d'entrée/sortie	95%	100%
localisation des écrans dans des espaces de progression	4%	42%
localisation des écrans dans des espaces de connexion		11%
localisation des écrans dans des espaces d'attente	0%	11%

Figure 29 – Pourcentage des stations ayant dans un certain espace des écrans d'informations en temps réel ; auteur : Léo Magat

Pour ce service, une troisième analyse a été réalisée afin de savoir si le fait que la station possède ou non des correspondances joue sur la distribution des écrans d'informations dans les espaces de la station.

On peut remarquer que pour les stations sans correspondance, dans 95% des cas, les écrans sont situés dans des espaces d'entrée/sortie de la station pour d'informer le voyageur sur l'état des lignes qu'il souhaite emprunter avant de pénétrer dans le réseau lui permettant ainsi en cas d'incident de modifier son parcours.

Il est intéressant d'étudier le cas des stations avec correspondances. En effet, contrairement au cas précédent, on remarque que dans 42% des stations, un service d'informations en temps réel est installé. Cette présence reste toujours dans la volonté de continuellement informer les utilisateurs sur l'état actuel des différentes lignes qu'ils empruntent.

Cependant, on peut se questionner sur la faible présence des écrans d'informations dans les espaces de connexions (11% des stations étudiées). En effet, ces espaces sont des lieux d'articulations majeurs du réseau puisqu'ils permettent le passage d'une ligne à une autre. On peut néanmoins regretter que le fait que les utilisateurs soient obligés d'emprunter ces espaces sans connaître l'état actuel des lignes et ainsi s'enfoncer jusqu'aux espaces d'attentes puisse mener à des conflits de flux en cas d'incidents sur le réseau.

Il existe aussi dans les stations un autre type d'information en temps réel nommé SIEL pour : système d'information en ligne. Il s'agit de panneaux lumineux se situant sur les quais affichant la direction et les temps d'attentes en minutes pour les deux prochains passages.



Figure 30 - Ecran d'information des prochains passages fonctionnant sous la technologie SIEL ; auteur : Léo Magat

Après collecte des données et une première analyse, il s'est avéré que ce système se situait sur l'ensemble des quais des stations et dans les deux sens, mais aussi que sur chaque quai se trouvaient 2 écrans.

Il n'est donc pas nécessaire de réaliser une étude de ce service avec le flux entrant annuel et les correspondances puisque le niveau de service est identique pour chaque station du réseau.

En conclusion, les services d'informations en temps réel sont une composante essentielle au bon fonctionnement d'un réseau de transport. On peut ainsi remarquer dans l'analyse que l'offre proposée par l'exploitant est satisfaisante pour certains aspects comme les informations sur l'état actuel des lignes avant de pénétrer dans le réseau. Cependant, d'autres aspects peuvent être améliorés comme l'information au sein des stations ce qui permettrait de rendre le réseau plus transparent mais aussi plus résilient en cas de perturbations au sein de celui-ci.

3. Analyse des services annexes au transport

La deuxième partie de cette analyse traite des services annexes aux transports. Cela regroupe l'ensemble des services qui ne sont ni nécessaires ni indispensables au bon fonctionnement d'un réseau de transport en commun mais qui jouent un rôle moteur dans l'amélioration du confort des trajets et de l'ouverture du réseau au monde extérieur.

a. Les services permettant d'agréments le temps d'attente

Dans ce cas d'étude, la classe des services permettant d'agréments le temps d'attente est uniquement composé d'un service : les distributeurs automatiques de boissons et de snacks.

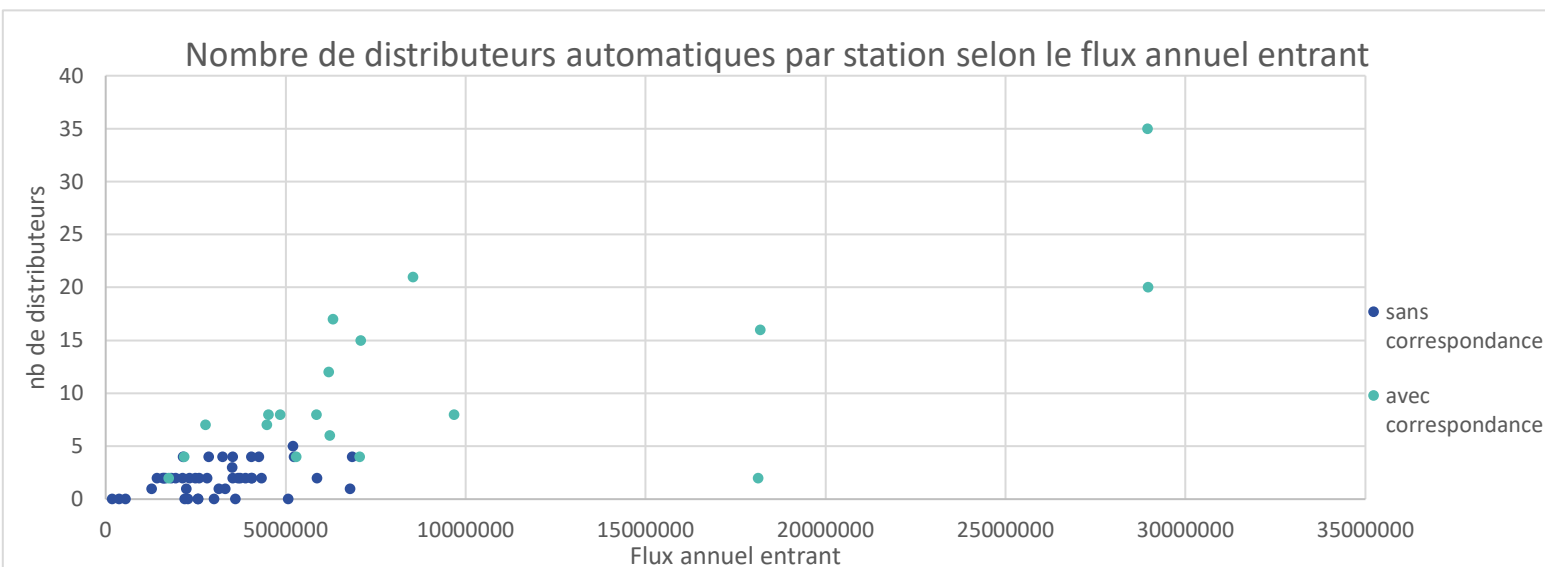


Figure 31 - Nombre de distributeurs automatiques par station selon le flux annuel entrant ; auteur : Léo Magat

Lorsque l'on observe le graphique ci-dessous, on peut voir que se sont majoritairement les stations ayant des correspondances qui possèdent le plus de distributeurs même si l'on peut remarquer certaines exceptions.

		Test de signicativité : p-value
Coefficient de corrélation en fonction du flux annuel entrant	0,77	< 0,0001
Coefficient de corrélation en fonction du nombre de correspondances	0,89	< 0,0001
Coefficient de détermination	0,60	

Figure 32 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de distributeurs automatiques et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT

Lors de l'analyse des coefficients on peut voir que :

- La relation entre le nombre de distributeurs et le flux annuel entrant est forte. Ce résultat montre que la taille du flux joue un rôle prépondérant dans les installations de distributeurs

La relation entre le nombre de distributeurs et le nombre de correspondances est très forte, c'est-à-dire que la présence de correspondances dans la station est un facteur multiplicateur pour le nombre de distributeurs

De plus, les deux tests de corrélations de Pearson peuvent être acceptés puisque les valeurs des deux p-values calculées sont inférieures à α .

Le coefficient de détermination montre que dans 60% des cas, la présence ou non d'un distributeur est uniquement lié au flux annuel entrant. Les 40% restants peuvent être expliqués par plusieurs facteurs non pris en compte dans l'analyse. En effet, j'ai pu observer lors de ma visite de terrain qu'il n'y avait pas de distributeurs dans certaines stations à forte affluence. Ces stations ont la particularité d'être des terminus des lignes. Une réponse que l'on peut apporter à ce phénomène est que contrairement à l'ensemble des lignes du réseau, il y a plus souvent de rames qui stationnent aux quais attendant leur prochain départ. Les usagers attendent donc moins souvent leur train et sont donc moins enclin à utiliser les distributeurs automatiques.

	% des stations sans correspondance	% des stations avec correspondance
localisation des écrans dans des espaces d'entrée/sortie	3%	16%
localisation des écrans dans des espaces de progression	0%	0%
localisation des écrans dans des espaces de connexion		0%
localisation des écrans dans des espaces d'attente	100%	95%

Figure 33 - Pourcentage des stations ayant dans un certain espace des distributeurs automatiques ; auteur : Léo Magat

Les données montrent que dans la quasi-totalité des résultats, les distributeurs automatiques se trouvent dans des espaces d'attente c'est-à-dire le quai. On remarque cependant certaines exceptions avec la présence de quelques distributeurs dans des espaces d'entrée/sortie.

Comme nous l'avons dit précédemment, ces services permettent d'agréments le temps d'attente des usagers, leur localisation sur les quais est donc pertinente. De plus, le temps d'attente moyen sur un quai est court et l'offre proposée par les distributeurs -boissons et snacks- est rapidement disponible et facilement consommable et transportable. L'objectif étant d'avoir une offre qui ne retarde pas les usagers (dans leurs déplacements/progression). Cependant, certains distributeurs sont présents dans des espaces autres que ceux d'attente. Cela montre qu'il est possible d'investir des espaces non utilisés, ces espaces sont une opportunité pour l'autorité organisatrice de développer des distributeurs proposant de nouveaux services et produits comme par exemple des produits alimentaires ou pharmaceutiques.

b. Les services permettant de valoriser le temps d'attente

Dans ce cas d'études, la classe des services permettant de valoriser le temps d'attente est uniquement composé d'un service : les photomats.

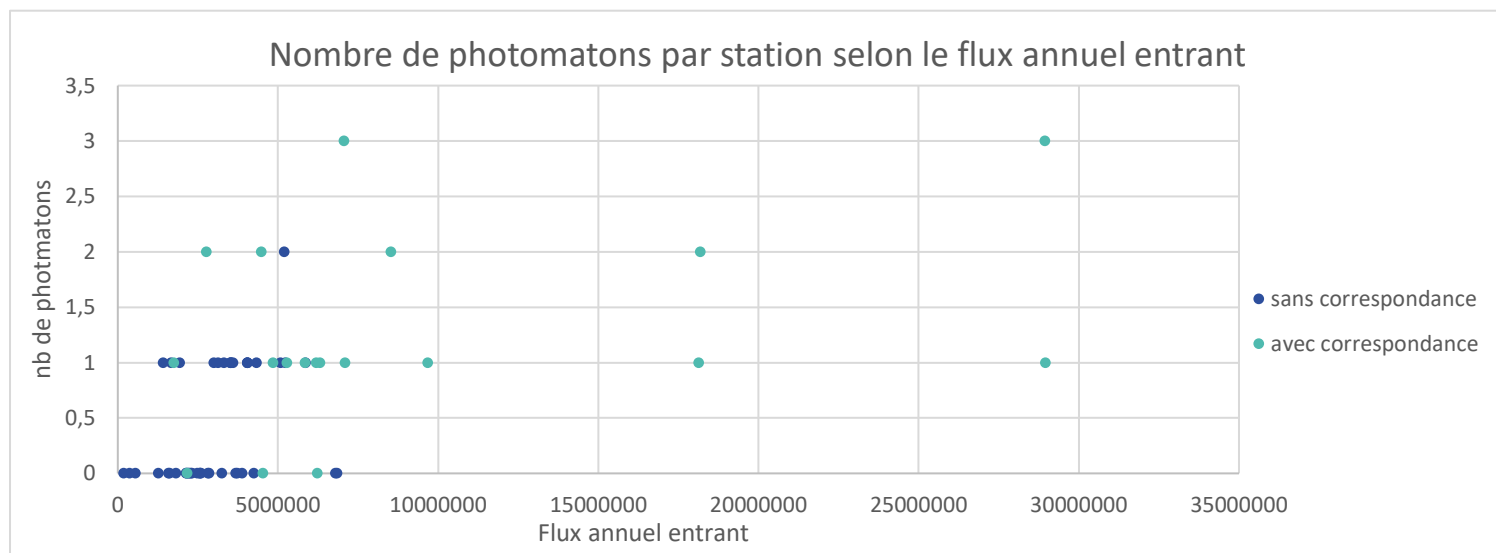


Figure 34 - Nombre de photomats par station selon le flux annuel entrant ; auteur : Léo Magat

		Test de signicativité : p-value
Coefficient de corrélation en fonction du flux annuel entrant	0,25	< 0,0001
Coefficient de corrélation en fonction du nombre de correspondances	0,50	< 0,0001
Coefficient de détermination	0,55	

Figure 35 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de photomats et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT

L'étude des coefficients montre que :

- L'intensité de la relation entre le nombre de photomats et le flux annuel entrant est faible, cela montre que le flux annuel ne joue pas un rôle majeur sur la présence de ce service dans les stations de métro
- L'intensité de la relation entre le nombre de photomaton et le nombre de correspondances est moyen. Comme pour le flux annuel entrant, le nombre de correspondance n'est pas un facteur prédominant sur la présence ou non de ce service.

Par la suite, les deux tests de corrélations de Pearson peuvent être acceptés puisque les valeurs des deux p-values calculées sont inférieures à α .

Le coefficient de détermination explique que dans 55% des cas, la présence ou non d'un distributeur est uniquement lié au flux annuel entrant. Les 45% restants peuvent être expliqués par de nombreux facteurs non pris en compte dans l'analyse.

Cela veut dire que le flux a eu un rôle important dans l'installation de ce service dans les stations mais que la qualité de ce service (le nombre de photomats) est dû à d'autres facteurs.

	% des stations sans correspondance	% des stations avec correspondance
localisation des écrans dans des espaces d'entrée/sortie	78%	87,5%
localisation des écrans dans des espaces de progression	22%	0%
localisation des écrans dans des espaces de connexion		12,5%
localisation des écrans dans des espaces d'attente	0%	0%

Figure 36 - Pourcentage des stations ayant dans un certain espace des photomats ; auteur : Léo Magat

Les données montrent que pour les stations sans et avec correspondance, la majorité des photomatons se situent dans des espaces d'entrée/sortie de station. On peut aussi remarquer un déplacement du service dans les espaces de progression pour les stations sans correspondance et dans les espaces de connexion pour les stations avec correspondance.

La localisation de ce service dans l'ensemble des espaces étudiés est cohérente puisqu'il s'agit d'un service permettant d'agréments le temps d'attente c'est-à-dire de rendre l'attente plus agréable pour l'utilisateur. En effet, les espaces de progression et de connexion sont des passages obligés pour les usagers souhaitant prendre une correspondance, la présence de ce type de service transforme des lieux de transit en des occasions de remplir certaines tâches du quotidien en même temps que le déplacement.

Cependant, dans la majorité des cas on retrouve les photomatons dans des espaces d'entrée/sortie. On peut constater que leur présence peut être liée à la présence des écrans d'information en temps réel qui se trouvent eux aussi majoritairement dans les espaces d'entrée/sortie comme présenté précédemment. En effet, les services tels que les photomatons permettent d'agréments le temps d'attente, mais il est tout d'abord nécessaire pour l'utilisateur de connaître son temps d'attente pour qu'il puisse savoir s'il a le temps de profiter de ce type de service.

c. Les services commerciaux

L'analyse des services commerciaux se décompose en cinq parties :

- La première concerne les services alimentaires où différents commerces ont été regroupés : primeurs, boulangeries, sandwicheries et restaurants.
- Les services de presse où l'on retrouve uniquement où l'on retrouve un type de magasin appartenant à la même entreprise : « *Relay* »
- Les services de modes et accessoires composés de magasins de prêt à porter, maroquinerie et boutiques de chaussures
- La catégorie autre regroupe un poste de police, des fleuristes et un cordonnier

- La catégorie santé n'est pas représentée dans l'études puisqu'aucune des stations étudiées ne possède de services de santé.

Service	Station sans ou avec correspondances	N° de classe des stations possédant ce service	Taille du flux (en million de voyageurs annuel)	Nombre de stations de la classe possédant ce service	Nombre de magasins dans les stations	% des stations ayant ce service dans des espaces d'entrée/sortie	% des stations ayant ce service dans des espaces de progression	% des stations ayant ce service dans des espaces de connexion	% des stations ayant ce service dans des espaces d'attente
Alimentaire	sans	4	3M - 4M	1	1	0%	100%		0%
	avec	3	2M - 3M	1	2	57%	0%	57%	0%
		7	6M - 8M	2	3				
		9	plus de 10M	4	13				
Presse	sans	4	3M - 4M	2	2	50%	50%		0%
	avec	5	4M - 5M	1	2	60%	20%	20%	0%
		6	5M - 6M	1	1				
		7	6M - 8M	1	1				
		8	8M - 10M	1	1				
Mode et accessoires	sans	4	3M - 4M	1	1	100%	0%		0%
		6	5M - 6M	2	2	100%	0%	0%	14%
	sans	3	2M - 3M	1	1				
		7	6M - 8M	3	7				
		8	8M - 10M	1	2				
		9	plus de 10M	2	2				
Autre	sans	6	5M - 6M	1	1	100%	0%		0%
	avec	7	6M - 8M	2	3	40%	0%	60%	0%
		8	8M - 10M	1	1				
		9	plus de 10M	2	2				

Figure 37 - Tableau récapitulatif des services commerciaux présents dans les stations de l'échantillon ; auteur : Léo Magat

L'analyse des services alimentaires montre qu'il y a une augmentation de la qualité (différents types de magasins comme précédemment énoncés) et de la quantité de ce service (nombre de magasins).

Pour ce qu'il est des services de presse, on remarque une certaine homogénéité entre les différentes classes de stations. Cela peut montrer que le lien entre les services de presse, le flux annuel entrant et le nombre de correspondances n'est pas fort

Pour les services de mode et d'accessoires, on ne remarque pas de lien avec le flux annuel entrant et le nombre de correspondances. Le pic observé pour les stations de classe 7 peut être dû à l'espace disponible au sein de celles-ci.

Il en est de même pour la catégorie de services : autre.

On peut cependant remarquer que la majorité des services étudiés se situent dans des espaces d'entrée/sortie et dans des espaces de connexions. La présence de ce service dans ces deux espaces permet de toucher une majorité d'usagers de la station entre ceux qui entrent et sortent de la station et ceux qui ne font que passer dans la station grâce aux correspondances.

On peut cependant remettre en question l'analyse des services commerciaux sur le fait que très peu de station possèdent ce genre de services : l'analyse se fait donc sur un échantillon avec peu d'individus. Cela peut mener à une étude et des hypothèses d'analyse non représentatives du réseau.

Conclusion

A la suite de cette analyse, nous pouvons voir qu'il existe différents niveaux de services dans les stations du métro parisien. De manière générale, Nous pouvons remarquer qu'il existe une relation avec le flux annuel entrant et le nombre de correspondance. En effet, plus le flux est important, plus le nombre de correspondances est grand et plus les services sont nombreux et diversifiés.

Grace aux deux tests de corrélation de Pearson et de détermination, nous avons pu observer différents éléments.

Tout d'abord, pour les services d'accès au transport, nous avons remarqué qu'il existe une très bonne qualité de services qui est principalement due à la taille du flux annuel entrant : en moyenne, 82% des résultats observés s'expliquent uniquement par la taille du flux (le nombre de personnes entrant annuellement dans les stations).

Cependant, la qualité de services est faible : en moyenne seulement 26% des résultats observés s'expliquent uniquement par la taille du flux. La grande partie des résultats observés peut s'expliquer :

- Par les contraintes d'espace dans les stations : en effet ce réseau majoritairement construit dans la première moitié du XXème siècle n'a pas été conçu pour accueillir de nouveaux usages. Cela se remarque plus particulièrement pour les services facilitant le déplacement et améliorant l'accessibilité puisque seulement 3% du réseau est totalement accessible aux personnes à mobilité réduite : seule la ligne 14 construite en 1998 a inclus des escalators et des ascenseurs dans l'ensemble des stations.
- Mais aussi par un manque d'investissements de la part des collectivités territoriales pour l'amélioration des services, opération souvent très couteuse : la ville de Londres a par exemple a débloqué 200 millions de livres pour l'installation de services d'accessibilité dans une centaine de stations.

Concernant les services d'information en temps réel, le niveau de service est bon et est fortement lié à la taille du flux et au nombre de correspondances (coefficients de corrélation avec le flux égal à 0,69 et avec le nombre de correspondances égal à 0,74). Cependant, la qualité de l'offre peut être améliorée en développant les services d'information dans l'ensemble des espaces de la station et non plus principalement dans les espaces d'entrée/sortie de la station (98% des stations étudiées).

La conclusion est la même pour les services permettant d'agréments le temps d'attente où l'on retrouve ce service principalement localisé dans les espaces d'attente (98% des station étudiées).

Par la suite, l'analyse des services commerciaux a été beaucoup plus complexe et contrairement à l'ensemble des services étudiés, il a été difficile de tirer des conclusions sur le niveau de l'offre. En effet, puisque le faible nombre de stations possédant ce type de services n'a pas permis de réaliser des tests statistiques. Cependant, on peut confirmer le fait qu'il y a principalement ces services dans les stations ayant les flux annuels entrants les plus important

Enfin, une étude plus précise sur les services des stations de métro permettrait d'expliquer plus finement les résultats. En effet, la surface au sol des stations et l'environnement extérieur seraient des critères intéressants afin de compléter les explications sur la présence et la diversité des services dans les stations de métro parisien.

Bibliographie

Agorabiz, *Les enseignes commerciales lorgnent sur les gares du Grand Paris Express*. [11/09/2018] URL : <https://edito.agorabiz.com/locaux-pros/dossiers/les-enseignes-commerciales-lorgnent-sur-les-gares-du-grand-paris-express-article-22278.html>

Boullier Dominique, *Les automates de Montparnasse. Les transactions, les agents... et les usagers ?*. Les Annales de la recherche urbaine, N°71, 1996. Gares en mouvements. pp. 101-112. [09/10/2018] URL : https://www.persee.fr/doc/ar_0180-930x_1996_num_71_1_1959

Desbertrand Boris, *Le métro entre espace fonctionnel et espace sensible : Le cas de la musique dans le métro*. Université Paris-Sorbonne, UFR de Géographie et Aménagement, Mémoire de Master 2 Culture, Politique et Patrimoine. Juin 2015. [14/10/2018] URL : <https://hal.sorbonne-universite.fr/ENEC/dumas-01387401v1>

Dupuy Gabriel, *Les stations nodales du métro de Paris : le réseau métropolitain et la revanche de l'histoire*. Annales de Géographie, t. 102, n°569, 1993. pp. 17-31. [13/10/2018] URL : https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1993_num_102_569_21128

Gleyze Jean-Francois, *La desserte de Paris par le réseau de métro et de RER*. 2003. [25/09/2018] URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00152210>

Grais Bernard, *Statistique descriptive*. Dunod, 1972. [12/12/2018]

Grand Lyon, *Espaces de mobilité et pôles d'échanges : nouvelles opportunités, nouveaux usages urbains, nouveaux services*. 3 décembre 2012. [16/10/2018] URL : <https://cdd.millenaire3.com/publications2/espaces-de-mobilite-poles-d-echanges-nouvelles-opportunites-nouveaux-usages-urbains-nouveaux-services>

Ile de France mobilités, [20/09/2018] URL : <https://opendata.stif.info/explore/?sort=modified>

LegiFrance, *Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP). - Article GN 8*, [10/01/2019], URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do?cidTexte=JORFTEXT000000290033&idArticle=LEGIARTI000021231094&dateTexte=&categorieLien=id>

LSA Commerce et consommation, *Grand Paris, le pari de la proximité*. [18/09/2018] URL : <https://www.lsa-conso.fr/grand-paris-le-pari-de-la-proximite,271192>

Marne la Vallée 2016, *Les gares au miroir de l'urbain 2016/1-2* (103-104). [22/10/2018] URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01390346>

Mialaret Benoît, *Pôles d'échanges multimodaux et interfaçage des échelles de transport*. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2015. [01/10/2018] URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01346555>

Menerault Philippe, *Les pôles d'échanges en France : Etat des connaissances, enjeux et outils d'analyse*. CERTU, 2006. [24/09/2018]

Peny André, *Le paysage du métro : Les dimensions sensibles de l'espace transport*. Les Annales de la recherche urbaine, n°57-58, 1992. Espaces publics en villes. pp. 17-23. [04/10/2018] URL : https://www.persee.fr/doc/ar_0180-930x_1992_num_57_1_1695

Promometro, *Rapport d'activité 17, 2018* [25/10/2018] URL : <http://www.promometro.com/>

RATP, *Proposition de concept de la gare de demain*. Juin 2010. [03/11/2018] URL : http://cpdp.debatpublic.fr/cdpd-grandparis/site/DEBATPUBLIC GRANDPARIS ORG/ SCRIPT/NTSP DOCUMENT FILE DOWNLOAD3611.PDF?document_id=2229&document_file_id=2328

RATP, [19/09/2018] URL : <https://data.ratp.fr/explore/?sort=modified>

Retail&Connexions, *Paris Gare du nord : La cosmopolite*. Avril 2016. [28/09/2018] URL : <http://www.retail-connexions-sncf.fr/plaquette-gare-du-nord/com/ipedis/publispeak/client/contents/pdf/RetailConnexions-GareDuNord-FR.pdf>

Retail&Connexions, *Les gares, une nouvelle idée du commerce*. Mars 2018. [28/09/2018] URL : <http://www.retail-connexions-sncf.fr/plaquette-v-fr/com/ipedis/publispeak/client/contents/pdf/RetailConnexions-Plaquette-FR.pdf>

Richer Cyprien, Bentayou Gilles, Dépigny Bertrand, *Les pôles d'échanges multimodaux au service de l'intermodalité et de la ville durable*. Lyon, éditions du Cerema, 2017. [02/11/2018] URL : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/poles-echanges-au-service-intermodalite-ville-durable>

Sahabana Maïdada, Mosant Annabel, *Bibliographie commentée sur l'intégration urbaine des pôles d'échanges*. Laboratoire d'économie des transports, Université Lyon 2 – CNRS – ENTPE, juillet 2002. [19/09/2018] URL : <http://lara.inist.fr/handle/2332/1065>

Stathopoulos Nikolas, Peny André, Amar Georges. *Formes et fonctions des points-de-réseaux*. Flux, n°12, 1993. pp. 29-45 [25/09/2018]. URL : https://www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_1993_num_9_12_952

Tillous Marion, *Le métro comme territoire : à l'articulation entre l'espace public et l'espace familial*. Flux - Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et territoires, Metropolis / Université Paris-Est [20/11/2018]

Table des illustrations

Figure 1 - Carte du réseau du métro parisien en 1910 ; source : Paris unplugged	9
Figure 2 - Carte du métro parisien en 1942 ; source : Paris unplugged	10
Figure 3 - Frise chronologique de la création des lignes de métro parisienne ; auteur : Léo MAGAT ..	10
Figure 4 - Carte actuelle du réseau de métro parisien ; source : RATP	11
Figure 5 - Carte du grand paris express ; source : Société du Grand Paris.....	12
Figure 6 - Schéma de la grille d'analyse ; auteur : Léo MAGAT.....	21
Figure 8 - Nombre de stations par classe selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo MAGAT.....	22
Figure 7 - Classes des stations selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo MAGAT	22
Figure 9 - Pourcentage de stations sélectionnées pour le recueillement de données par classe ; auteur : Léo MAGAT	23
Figure 10 - Nombre de stations sélectionnées pour le recueillement de données par classe ; auteur : Léo MAGAT	23
Figure 11 - Carte des stations visitées pour le recueillement de données ; auteur : Léo MAGAT	24
Figure 12 - Proportion des stations en fonction du nombre de lignes s'y arrêtant ; auteur : Léo MAGAT	25
Figure 13 - Schéma du protocole de recueillement des données dans les stations de métro ; auteur : Léo MAGAT	26
Figure 14 - Interprétation du coefficient de corrélation de Pearson ; auteur : Léo Magat.....	27
Figure 15 - Nombre de bornes automatiques par station en fonction du flux annuel entrant ; auteur : Léo MAGAT	28
Figure 16 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de guichets automatiques et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT	28
Figure 17 - Nombre de portiques par station en fonction du flux annuel entrant ; auteur : Léo MAGAT	29
Figure 18 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de portiques et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT	29
Figure 19 - Nombre de stations possédant au moins un service facilitant le déplacement ; auteur : Léo MAGAT	31
Figure 20 - Nombre de stations possédant au moins un escalator ; auteur : Léo Magat	31
Figure 21 - Nombre d'escalators par station selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo Magat	32
Figure 22 - Calculs des intensités des relations avec le nombre d'escalators et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT	32
Figure 23 - Nombre de stations possédant au moins un ascenseur ; auteur : Léo Magat	33
Figure 24 - Nombre d'ascenseurs par station selon le flux annuel entrant ; auteur : Léo Magat	33
Figure 25 - Calculs des intensités des relations avec le nombre d'ascenseurs et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT	33
Figure 27 - Ecran d'informations en temps réel ; auteur : SDV studios	35
Figure 26 - Nombre d'écrans d'informations en temps réel par station selon le flux entrant annuel ; auteur : Léo Magat.....	35
Figure 28 - Calculs des intensités des relations avec le nombre d'écrans d'informations en temps réel et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT	35
Figure 29 – Pourcentage des stations ayant dans un certain espace des écrans d'informations en temps réel ; auteur : Léo Magat	36

Figure 30 - Ecran d'information des prochains passages fonctionnant sous la technologie SIEL ; auteur : Léo Magat	37
Figure 31 - Nombre de distributeurs automatiques par station selon le flux annuel entrant ; auteur : Léo Magat	38
Figure 32 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de distributeurs automatiques et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT	38
Figure 33 - Pourcentage des stations ayant dans un certain espace des distributeurs automatiques ; auteur : Léo Magat	39
Figure 34 - Nombre de photomatons par station selon le flux annuel entrant ; auteur : Léo Magat ...	40
Figure 35 - Calculs des intensités des relations avec le nombre de photomatons et de leur véracité ; auteur : Léo MAGAT	40
Figure 36 - Pourcentage des stations ayant dans un certain espace des photomatons ; auteur : Léo Magat	40
Figure 37 - Tableau récapitulatif des services commerciaux présents dans les stations de l'échantillon ; auteur : Léo Magat.....	42

Directeur de recherche :

Hervé Baptiste

Léo Magat

PFE/DAE5

RESEAU

2018-2019

Quels sont les niveaux d'offres de services dans les stations de métro à Paris et comment l'expliquer ?

Résumé : Ce travail de fin d'études tente de qualifier et d'expliquer les niveaux d'offres de services dans les stations de métro à Paris. Le métro parisien est un réseau constitué de quatorze lignes primaires et de deux lignes secondaires. Il s'agit d'un des réseaux métropolitains le plus ancien au monde, et a été majoritairement construit dans la première moitié du XX^{ème} siècle. Les stations de métro ont été construites à l'origine comme de simples lieux de passage obligatoires permettant de relier le monde extérieur au quai, et ont vu leur organisation évoluer au cours du temps. De l'introduction de nouveaux services commerciaux (diverses magasins) en passant par l'automatisation de nombreux services, les stations ont vu leurs fonctions et leurs usages être modifiées et transformées dans le but d'améliorer la perméabilité et l'ouverture de ces espaces clos à la ville en surface. Au cours de ce travail, différents services que l'on peut regrouper en deux parties : les services liés au transport et les services annexes au transport vont être analysés afin de déterminer les niveaux d'offres de services avec les caractéristiques (flux et correspondance) de la station. Cette recherche a pu mettre en évidence pour la majorité des services une bonne qualité de services directement corrélée au flux annuel entrant.

Mots Clés : Station de métro, Services, Correspondance, Flux, Réseau, Transport