
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Fréquence des dessertes intérieures urbaines, aériennes et ferroviaires

Entreprise : Inspection générale de
l'environnement et du développement durable

Adresse : 1 Pl. Carpeaux, 92800 Puteaux

Logo :



Tuteur entreprise :
Alain Sauvant
Directeur de l'AQST

Tuteur académique :
Mindjid Maizia

Raphaël Reichman
IUT
2022-2023

Remerciements

Je souhaite débiter ce rapport en adressant mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont accompagné tout au long de ce stage de 4ème année. Leur soutien et leur disponibilité ont été essentiels à la réussite de cette expérience.

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma gratitude envers Alain Sauvart, directeur de l'Autorité de la Qualité de Service dans les Transports (AQST), ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts, ancien directeur de la stratégie et de la planification à SNCF réseau, qui a été mon tuteur professionnel. Il a su m'orienter efficacement dans mon travail, tout en me laissant une grande autonomie et en me faisant pleinement confiance. Ses vastes connaissances dans des domaines variés ont largement contribué à enrichir les miennes, notamment à travers nos échanges réguliers, qui étaient toujours très constructifs, tant pendant nos réunions de travail que lors de moments plus informels, comme les pauses. Il a également joué un rôle clé dans mon intégration au sein de l'entreprise, me permettant de m'y sentir à l'aise dès mon arrivée.

Je tiens également à remercier Karine Gal, cheffe du bureau de la communication de l'Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable (IGEDD), pour son implication dans mon intégration au sein de l'équipe. Elle a veillé à ce que les stagiaires et les alternants de l'IGEDD soient bien intégrés, en nous invitant régulièrement à participer aux événements de l'entreprise, tels que les assemblées générales, les débats ou encore les formations. Son attention et son soutien m'ont permis de mieux comprendre le fonctionnement de l'entreprise, ce qui a facilité mes conditions de travail et m'a permis d'être plus efficace.

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance à Alix Berthome, alternant à l'AQST, avec qui j'ai partagé mon bureau. Fort de son ancienneté, il m'a transmis une précieuse connaissance du fonctionnement interne de l'entreprise. Toujours disponible pour répondre à mes questions, il a aussi joué un rôle important dans mon intégration au sein de l'équipe. Par ailleurs, il m'a partagé de nombreuses données issues de son travail, sur lesquelles j'ai pu, entre autres, m'appuyer pour réaliser mes analyses, ce qui m'a permis de gagner un temps considérable.

Enfin, je tiens à remercier tous les membres de l'IGEDD avec qui j'ai eu l'occasion d'échanger. Grâce à leur accueil bienveillant et à leur esprit collaboratif, mon stage s'est déroulé dans des conditions optimales.

Présentation de l'entreprise

Mon stage à été réalisé au sein de l'AQST qui est une branche de l'IGEDD. C'est pourquoi nous allons présenter l'IGEDD dans un premier temps, avant de présenter l'AQST.

1) L'IGEDD



Figure 1 : Logo de l'IGEDD

L'Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable (IGEDD) est un organisme public rattaché au ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Elle joue un rôle clé dans la mise en œuvre et le suivi des politiques publiques en matière d'environnement, d'aménagement du territoire et de développement durable. Par ses missions de contrôle, d'audit, d'évaluation et de conseil, l'IGEDD vise à garantir que les actions engagées respectent les normes écologiques et contribuent à la transition vers un développement plus durable.

L'IGEDD intervient dans plusieurs domaines essentiels. Tout d'abord, elle assure l'inspection et le contrôle des installations et des activités qui ont un impact sur l'environnement. Elle vérifie notamment la conformité des infrastructures publiques et privées aux normes environnementales, en matière de gestion des déchets, de réduction des émissions polluantes, ou encore de protection de la biodiversité.

En parallèle, l'organisme mène des audits sur l'efficacité des politiques publiques mises en place, s'assurant ainsi que les objectifs fixés par l'État en matière de développement durable sont atteints. Ces audits permettent d'évaluer l'allocation des ressources, le respect des engagements nationaux et internationaux, ainsi que l'impact réel des actions publiques sur l'environnement.

L'IGEDD exerce également un rôle de conseil et d'expertise auprès des services de l'État et des collectivités territoriales. Elle accompagne ces derniers dans la mise en œuvre des mesures nécessaires à la transition écologique, apportant son savoir-faire sur des problématiques complexes telles que l'adaptation au changement climatique, la gestion des risques environnementaux, ou encore l'aménagement durable des territoires.

Un autre aspect crucial de son travail est l'évaluation des impacts environnementaux des grands projets d'infrastructures. Avant qu'un projet industriel, agricole ou urbain ne soit lancé, l'IGEDD évalue ses conséquences potentielles sur l'environnement, cherchant à minimiser les risques écologiques et à promouvoir des solutions durables.

Dans un contexte de crise écologique mondiale, marqué par le réchauffement climatique, la perte de biodiversité et les enjeux énergétiques, l'IGEDD agit comme une vigie de l'environnement en France. Elle vérifie si les décisions publiques tiennent compte des impératifs écologiques, tout en accompagnant les différents acteurs dans une transition vers un modèle économique et social plus respectueux de l'environnement.

Composée d'inspecteurs spécialisés dans divers domaines (écologie, urbanisme, énergie, santé publique, transport, etc.), l'IGEDD regroupe des experts et des ingénieurs avec une solide expérience dans les politiques publiques et les secteurs techniques. Elle collabore étroitement avec d'autres institutions publiques, des agences gouvernementales et des acteurs privés pour coordonner les efforts visant à atteindre les objectifs fixés par la politique nationale en matière de développement durable.

L'IGEDD s'impose donc comme un acteur central de la transition écologique en France. Par ses interventions en matière de contrôle, d'évaluation et de conseil, elle veille à la bonne application des politiques publiques, à la protection de l'environnement et au développement d'une conscience accrue des enjeux écologiques. Elle joue un rôle essentiel dans l'évolution vers un futur plus durable, en soutenant des actions concrètes et en incitant les territoires à adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement.

2) L'AQST



Figure 2 : Logo de l'AQST

L'Autorité de la Qualité de Service dans les Transports (AQST) est une institution publique française dédiée à l'amélioration continue de la qualité des services de transport, qu'il s'agisse de transports publics ou privés. Placée sous la tutelle du ministère de la Transition Ecologique, l'AQST joue un rôle crucial dans l'évaluation, le contrôle et la promotion des standards de qualité dans ce secteur essentiel à la vie quotidienne et à l'économie.

L'AQST a pour mission principale d'assurer que les services de transport, qu'ils soient ferroviaires, routiers, maritimes ou aériens, répondent aux exigences de qualité, de sécurité et de régularité attendues par les usagers. Son rôle s'étend du contrôle de la ponctualité des trains aux conditions de voyage dans les avions, en passant par la sécurité des infrastructures routières et la satisfaction des passagers. Elle évalue les performances des opérateurs de transport à travers plusieurs critères, tels que la ponctualité, la propreté, l'accueil des usagers, la gestion des incidents ou encore l'information donnée aux voyageurs. Ces évaluations sont réalisées régulièrement afin de garantir un suivi constant des performances des différents services de transport et d'assurer que les engagements pris par les opérateurs sont respectés.

L'AQST est également chargée de rendre compte de l'état de la qualité des services de transport aux autorités publiques et aux usagers. Par le biais de rapports réguliers, elle dresse un état des lieux des services, met en lumière les éventuels dysfonctionnements et propose des recommandations pour améliorer l'expérience des usagers. Elle joue ainsi un rôle central dans la promotion de la transparence vis-à-vis des performances des opérateurs de transport. Par ailleurs, l'AQST participe à l'élaboration des politiques publiques en matière de transport, en formulant des avis et des recommandations basés sur ses observations de terrain et ses analyses. Elle contribue à l'amélioration des standards de service en encourageant l'innovation et l'adoption de pratiques plus durables et efficaces dans le secteur des transports.

L'AQST est composée d'experts en transports, en qualité de service et en gestion des infrastructures. Ces experts, aux compétences pluridisciplinaires, travaillent en collaboration avec les opérateurs de transport, les collectivités territoriales et les instances gouvernementales pour améliorer la qualité des services offerts aux usagers. L'organisme effectue des contrôles sur le terrain et analyse des données provenant de diverses sources (enquêtes auprès des usagers, rapports d'incidents, statistiques de performance). Sur la base de ces éléments, elle établit des indicateurs de qualité, identifie les marges de progression et propose des mesures correctives. Le but est de veiller à ce que les transports publics et privés en France respectent des standards élevés en termes de confort, d'accessibilité, de régularité et de sécurité.

L'AQST s'inscrit pleinement dans les efforts nationaux visant à moderniser les infrastructures de transport et à encourager une mobilité plus durable. Dans un contexte de transition écologique, l'autorité joue un rôle de premier plan pour promouvoir des services de transport qui répondent non seulement aux attentes des usagers, mais qui contribuent également à réduire l'empreinte carbone du secteur. Elle encourage ainsi l'innovation dans les technologies de transport, comme les véhicules électriques ou les solutions de mobilité partagée, tout en veillant à la qualité du service offert.

Enfin, l'AQST place les usagers au centre de ses préoccupations. En tant qu'autorité dédiée à la qualité de service, elle travaille pour s'assurer que les citoyens bénéficient de services de transport fiables, confortables et accessibles. Elle promeut la satisfaction des usagers en collaborant avec les associations d'usagers et en recueillant les retours des voyageurs lors de réunions de dialogue national pour améliorer les services.

L'Autorité de la Qualité de Service dans les Transports est un acteur essentiel dans l'amélioration des services de transport en France. Par son action rigoureuse en matière de contrôle, d'évaluation et de recommandation, elle vise à renforcer la confiance des usagers dans les services de transport et à encourager l'innovation pour une mobilité plus durable. Grâce à ses évaluations régulières et à son travail de conseil, l'AQST participe activement à la modernisation du secteur des transports, en veillant à ce que les services répondent aux exigences de qualité, de sécurité et d'efficacité attendues par les voyageurs.

Mes missions lors de ce stage

Au cours de ce stage ma mission consistait principalement en l'analyse de l'évolution de la fréquence des transports en commun sur les dernières années en France. La fréquence désigne le nombre de passages d'un véhicule (bus, tram, métro, train, etc.) à une station ou à un arrêt pendant une période donnée, généralement exprimée en nombre de trajets par heure. Une fréquence élevée signifie que les véhicules passent souvent, tandis qu'une fréquence basse indique que les intervalles entre les passages sont plus longs.

Quel que soit le mode de transport en commun, la fréquence est un indicateur clé de la qualité de service des transports en commun. En effet, elle détermine directement le temps d'attente des usagers et, par conséquent, leur expérience globale. Une fréquence élevée signifie que les véhicules passent régulièrement, réduisant ainsi le temps d'attente et offrant aux usagers une flexibilité accrue dans leurs déplacements. Cela est particulièrement important dans les zones urbaines denses où les trajets sont souvent imprévisibles et où les passagers dépendent des transports en commun pour des déplacements quotidiens, comme le travail ou l'école.

En revanche, une faible fréquence peut entraîner des temps d'attente prolongés, ce qui engendre non seulement de la frustration, mais peut également décourager les usagers d'utiliser les transports en commun, les poussant potentiellement vers d'autres modes de transport, comme la voiture individuelle, plus polluante. Cela peut entraîner des répercussions négatives sur l'achalandage des transports publics, sur la rentabilité des opérateurs, et, plus largement, sur les objectifs de mobilité durable d'une ville ou d'une région.

La fréquence influence également le confort des passagers. Dans les périodes de forte affluence, des fréquences trop faibles peuvent entraîner des surcharges de véhicules, obligeant les passagers à voyager debout ou dans des conditions inconfortables. À l'inverse, une fréquence bien ajustée permet de mieux répartir les flux de passagers, améliorant ainsi le confort et la satisfaction des voyageurs. Elle joue un rôle crucial dans la qualité de service car elle touche à la fois à la rapidité, à la commodité et au confort des déplacements, éléments clés pour encourager une utilisation accrue des réseaux de transport publics et promouvoir une mobilité plus durable.

La mission de mon stage consistait donc en l'analyse de l'évolution de cet indicateur de la qualité de service dans plusieurs modes de transport. À l'origine, mon travail devait également inclure l'étude de l'amplitude, qui désigne la durée entre le premier et le dernier véhicule de la journée. Cependant, ce sujet a été peu abordé au cours de mon stage, en raison des priorités qui ont évolué.

Dès la première réunion avec mon encadrant, celui-ci m'a exposé les différents modes de transport sur lesquels je devais concentrer mes analyses. Cela incluait un large éventail de transports intérieurs en France, couvrant divers types de réseaux et services. Les transports analysés comprenaient :

- Les trains (TGV, Ouigo, TER, Intercités, RER, Transilien)
- Les vols intérieurs français (Métropole et Outre-Mer)
- Les cars au service librement organisé (SLO)¹

¹ Le transport au service librement organisé (SLO) est un système de transport public géré par des opérateurs privés, sans contrat avec une autorité publique. Ces opérateurs définissent librement leurs itinéraires, horaires et tarifs, en fonction de la demande du marché, offrant ainsi une alternative flexible aux transports conventionnels, souvent sur des lignes interurbaines ou longue distance. Ici, les car SLO représentent les cars longue distance type Flixbus et Blablabus

- Les bus urbains
- Les métros
- Les tramways
- Autres types de transports collectifs urbains (TCU) : funiculaire, trolleybus, etc.

L'objectif principal de cette mission était de collecter des données sur la fréquence de ces différents modes de transport sur plusieurs années, afin de suivre leur évolution dans le temps. En particulier, il s'agissait d'observer comment ces services ont été affectés par les fluctuations de la demande, notamment durant la crise sanitaire liée à la pandémie de COVID-19 qui a débuté en 2020. Cette période a entraîné une baisse significative de la fréquentation des transports en commun, résultant en une réduction substantielle de leur fréquence. Les analyses réalisées dans le cadre de ce stage ont pour objectif de mettre en lumière ces changements, en comparant les niveaux actuels de fréquence des transports à ceux observés avant la crise sanitaire. En examinant ces données, nous chercherons à comprendre comment les différents modes de transport se sont adaptés et comment ils se situent par rapport à leurs niveaux d'avant crise.

Déroulé de la mission

1) La collecte des données

La première partie de mon stage a été dédiée à la collecte des données nécessaires pour réaliser cette étude. Ces données ont été rassemblées à partir de diverses sources disponibles en open data sur Internet, issues d'organismes officiels. Voici un aperçu des principaux organismes qui nous ont permis de récupérer ces données :

- **La SNCF** : La Société Nationale des Chemins de fer Français est l'acteur majeur du transport ferroviaire en France. Elle publie des données ouvertes concernant ses services, notamment sur la régularité, la ponctualité, et la fréquence des trains.
- **L'Autorité de Régulation des Transports (ART)** : L'ART est un organisme indépendant chargé de réguler le secteur des transports en France. Son rôle est de veiller à la concurrence et à la transparence sur les marchés des transports ferroviaires, routiers, et aériens. Elle collecte et publie des données sur la performance des opérateurs, la qualité de service, ainsi que sur les infrastructures.
- **La Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC)** : La DGAC supervise la sécurité et la régulation du transport aérien en France. Elle collecte également des données sur les vols intérieurs et internationaux, la régularité des services aériens, ainsi que sur la fréquentation des aéroports. Les données qu'elle met à disposition permettent d'analyser l'évolution de la fréquence des vols, notamment sur les liaisons intérieures françaises et les territoires d'outre-mer.
- **Le Service des Données et Études Statistiques (SDES)** : Le SDES, rattaché au ministère de la Transition écologique, au sein duquel mon stage s'effectue, est chargé de produire des études et des statistiques dans les domaines de l'énergie, des transports, et de l'environnement. Il fournit des données ouvertes sur la mobilité, l'usage des différents modes de transport, ainsi que sur les impacts environnementaux.
- **L'Union des Transports Publics et Ferroviaires (UTP)** : L'UTP est l'organisation professionnelle représentant les opérateurs de transport public en France. Elle rassemble les entreprises de transport urbain, interurbain, et ferroviaire, et publie des données sur les performances des réseaux, la qualité de service, et la sécurité des transports publics. Ces données sont utiles pour étudier la fréquence des services de transport collectif, notamment les bus, tramways, métros, et trains régionaux.
- **Le Groupement des Autorités Responsables de Transport (GART)** : Le GART est une association qui regroupe les autorités organisatrices de la mobilité² (AOM) en France. Elle a pour mission de défendre les intérêts des AOM et de favoriser le développement des politiques de mobilité durable. Le GART collecte et publie des données sur la gestion des

² Une **AOM** (Autorité Organisatrice de la Mobilité) est une entité publique, généralement une collectivité territoriale (comme une région, un département ou une agglomération), responsable de l'organisation, de la planification et du financement des services de transport sur son territoire. Elle définit les politiques de mobilité, passe des contrats avec des opérateurs de transport, et veille à la qualité des services offerts aux usagers, que ce soit pour les transports urbains, interurbains ou scolaires.

réseaux de transport urbain et interurbain, offrant des informations précieuses sur la fréquence des services et les politiques de mobilité locale.

Une fois les données collectées auprès de ces différents organismes, nous avons rassemblé celles-ci dans un inventaire exhaustif. Cet inventaire contenait des données couvrant une période suffisamment longue pour permettre une analyse pertinente, avec des informations datant d'au moins un ou deux ans avant la crise sanitaire de 2020, et s'étendant jusqu'à au moins un an après cette crise (2022). Cette couverture temporelle était essentielle pour notre objectif, à savoir, observer comment les niveaux de service avaient évolué depuis la pandémie.

Les données recueillies sur la fréquence ne se présentaient pas toutes sous la même unité. Certaines étaient exprimées en nombre de trajets ou de dessertes par liaison³ et par période (mois, trimestre ou année), tandis que d'autres utilisaient l'unité de mesure "véhicule km". Cette unité, couramment utilisée dans les analyses de transport, représente le nombre total de kilomètres parcourus par les véhicules de transport en commun sur une période donnée. Par exemple, si un bus parcourt un trajet de 10 km cinq fois par jour, la fréquence en "véhicule*km" serait de 50 véhicules*km par jour. Ce type de mesure permet de mieux appréhender non seulement la fréquence des passages, mais aussi l'étendue du service en termes de distance couverte, offrant ainsi une image précise du volume de service offert aux usagers.

Ces données sur la fréquence peuvent également se décliner sous deux formes différentes : L'offre de fréquence programmée correspond au nombre de trajets ou de dessertes planifiés à l'avance par les opérateurs de transport, en fonction des horaires officiels. Elle reflète l'intention initiale de l'opérateur, c'est-à-dire ce qui est prévu pour répondre aux besoins des usagers tout en tenant compte des capacités et des contraintes du réseau. Par exemple, une ligne de bus peut être programmée pour assurer un passage toutes les 10 minutes, ou une ligne de train pour circuler toutes les heures. L'offre programmée représente donc le service optimal que l'opérateur souhaite fournir. En revanche, l'offre de fréquence réalisée fait référence au nombre réel de trajets ou de dessertes qui ont effectivement eu lieu. Cette offre réalisée peut différer de celle qui était programmée en raison de divers facteurs imprévus tels que des pannes techniques, des retards, des grèves, des conditions météorologiques défavorables, ou d'autres interruptions de service. Par exemple, même si un service a été programmé pour passer toutes les 10 minutes, il se peut qu'en réalité, seulement 4 bus soient passés au lieu des 6 prévus, en raison de ces aléas.

La comparaison entre l'offre de fréquence programmée et l'offre réalisée permet ainsi d'évaluer la fiabilité et la qualité des services de transport. Elle indique dans quelle mesure l'opérateur parvient à respecter ses engagements envers les usagers, et sert de base pour identifier les éventuels écarts et les domaines où des améliorations peuvent être apportées. Dans le meilleur des cas, nous disposons à la fois de données sur l'offre programmée et sur l'offre réalisée.

L'inventaire que nous avons constitué regroupait toutes ces données, en précisant le type de mesure (nombre de trajets ou véhicule*km), le mode de transport (bus, tramway, train, avion, etc.), la zone géographique couverte, le nombre de liaisons concernées, la période d'observation (de l'année de début à l'année de fin), ainsi que la source des données. Pour les Transports Collectifs Urbains (TCU), nous avons également spécifié l'AOM responsable du réseau étudié. Cet inventaire a servi de base solide pour mener à bien notre analyse sur l'évolution la fréquence des transports.

³ Une liaison représente un trajet régulièrement empreinté par un véhicule de transport en commun.

2) La production des premiers résultats

Après avoir rassemblé et répertorié les données dans un inventaire détaillé, nous avons pu entamer la phase d'analyse proprement dite. Cet inventaire nous a permis de disposer d'une vue d'ensemble organisée des données sur la fréquence des différents modes de transport. Une fois cette étape de collecte et d'organisation achevée, nous avons pu concentrer nos efforts sur l'analyse des informations recueillies.

La première tâche consistait à exploiter ces données de manière visuelle, afin de mettre en lumière l'évolution de la fréquence des différents modes de transport étudiés au fil du temps. Pour ce faire, nous avons produit une série de graphiques et de courbes permettant de retracer la fréquence des différents services étudiés sur une base annuelle, en fonction des unités spécifiques dans lesquelles les données étaient exprimées (en nombre de trajets ou en véhicule*km). Grâce à cette visualisation graphique des données, il a été possible de comparer directement les évolutions observées entre les différents modes de transport, qu'il s'agisse des trains, des bus, des tramways, des métros ou encore des vols intérieurs. Voici quelques exemples de courbes de fréquence que nous avons produites pour illustrer ces dynamiques.

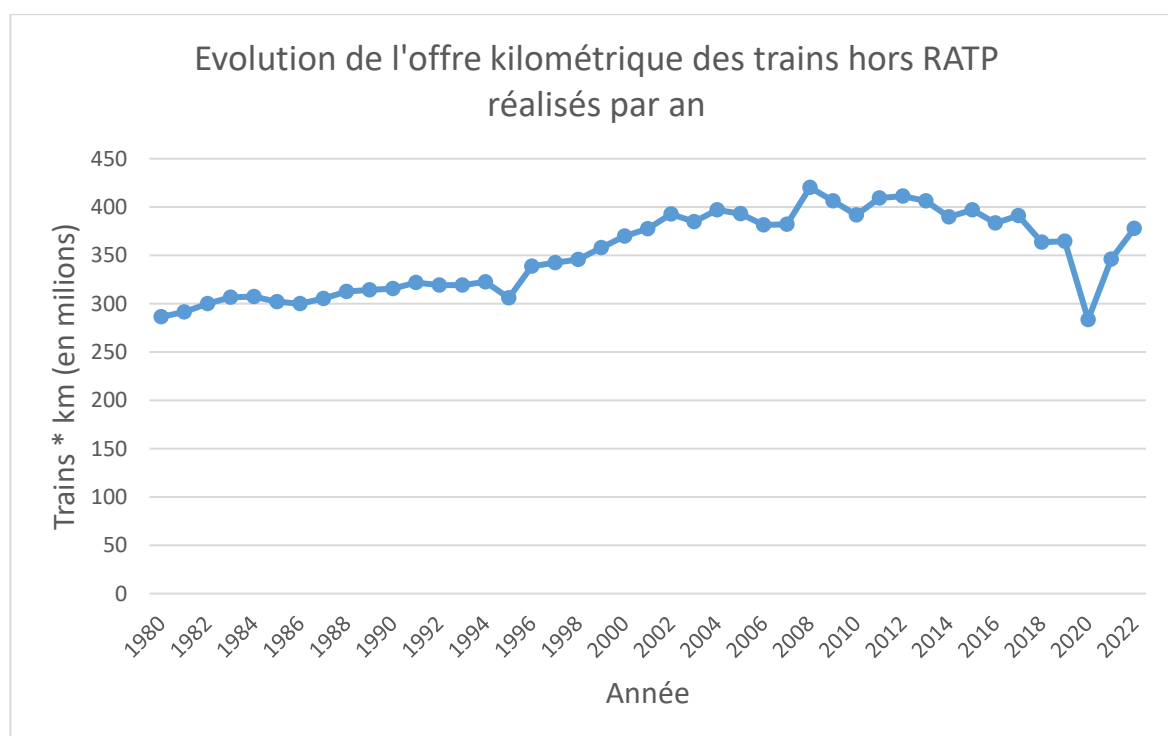


Figure 3 : Courbe de l'évolution annuelle de l'offre kilométrique des trains hors RATP réalisés de 1980 à 2022

Source : [SDES, 2023](#)

L'offre kilométrique réalisée correspond à la fréquence en train*km qui a réellement eu lieu chaque année indépendamment de l'offre réalisée. Les trains hors RATP représente l'ensemble des trains roulant sur le réseau ferré national à l'exception du RER A et du RER B. Sur cette courbe, on peut constater une hausse presque continue de l'offre kilométrique jusqu'en 2008 suivi d'un déclin jusqu'en 2022 ou le niveau retombe à celui de 2001. La période de la crise sanitaire en 2020 apparaît nettement sur le graphique.

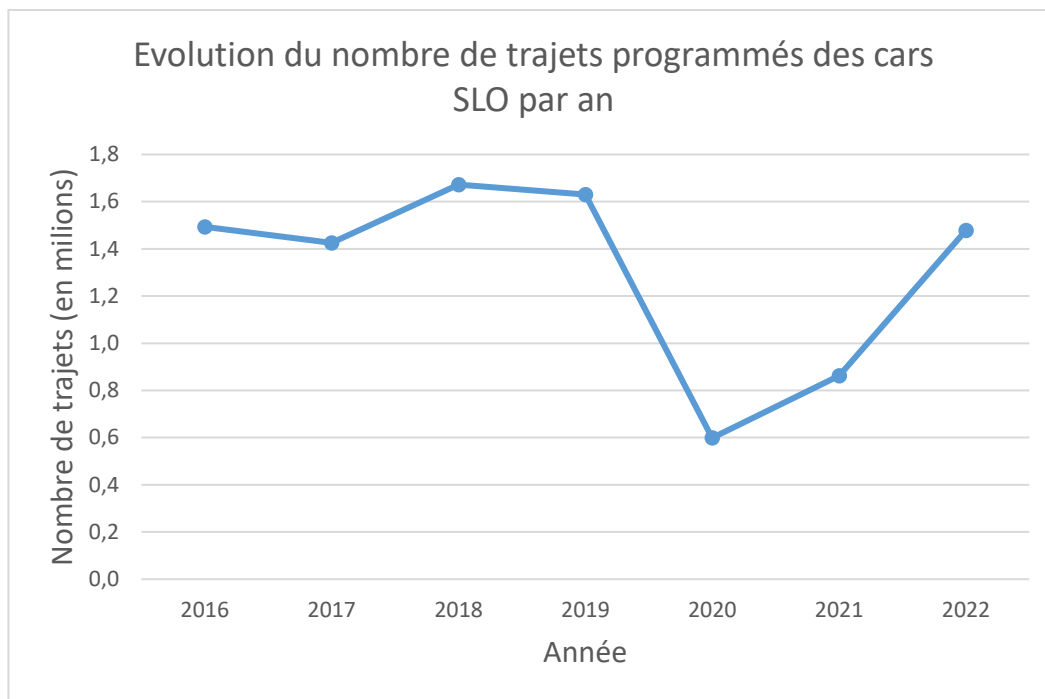


Figure 4 : Courbe de l'évolution annuelle du nombre de trajets programmés des cars SLO de 2016 à 2022

Source : [ART, 2023](#)

Le nombre de trajets programmés représente la fréquence annoncée par le transporteur. Elle ne prend pas en compte les retards ou les annulations de trajets. La baisse durant les années touchées par la pandémie apparaît nettement sur cette courbe. Même si la fréquence réaugmente en 2022, elle n'atteint pas le niveau d'avant crise en 2019.

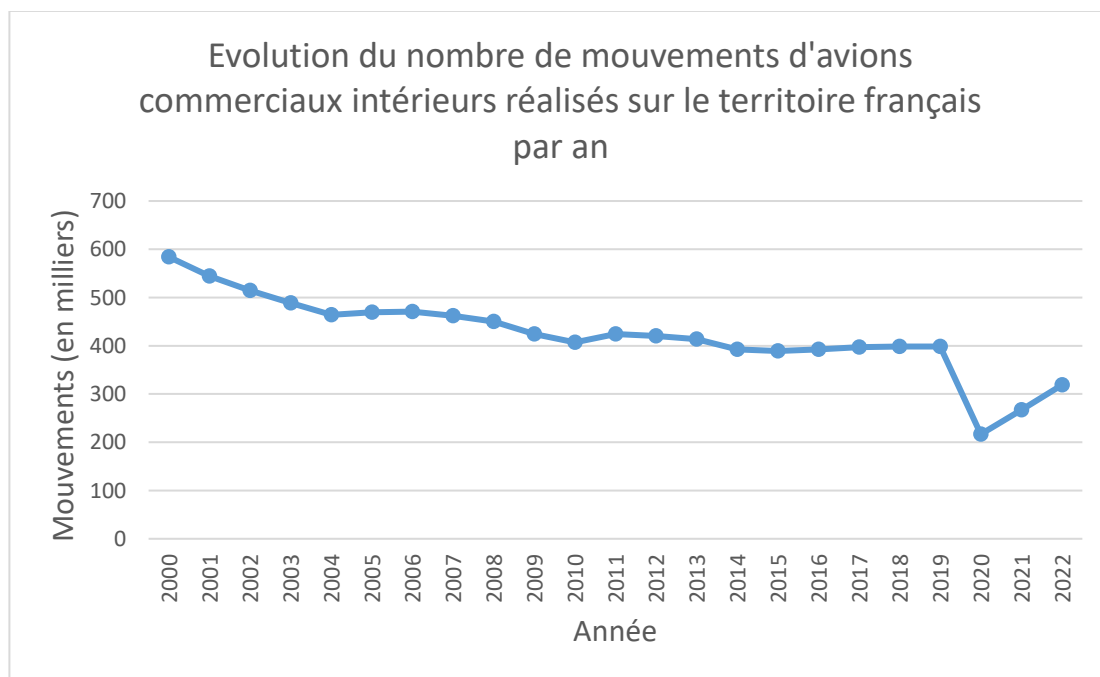


Figure 5 : Courbe de l'évolution annuelle du nombre de mouvements d'avions commerciaux intérieurs réalisés sur le territoire français de 2000 à 2022

Source : [SDES, 2023](#)

Un mouvement d'avion commercial représente un vol dans un sens (Ex : un aller Paris – Nice). Ici, le graphique recense la fréquence des vols intérieurs au territoire français, comprenant la métropole et l'Outre-Mer. On constate une baisse progressive de 2000 à 2014 suivi d'une stagnation jusqu'à 2019. Le niveau en 2022 est bien en deçà de celui d'avant la crise sanitaire en 2019.

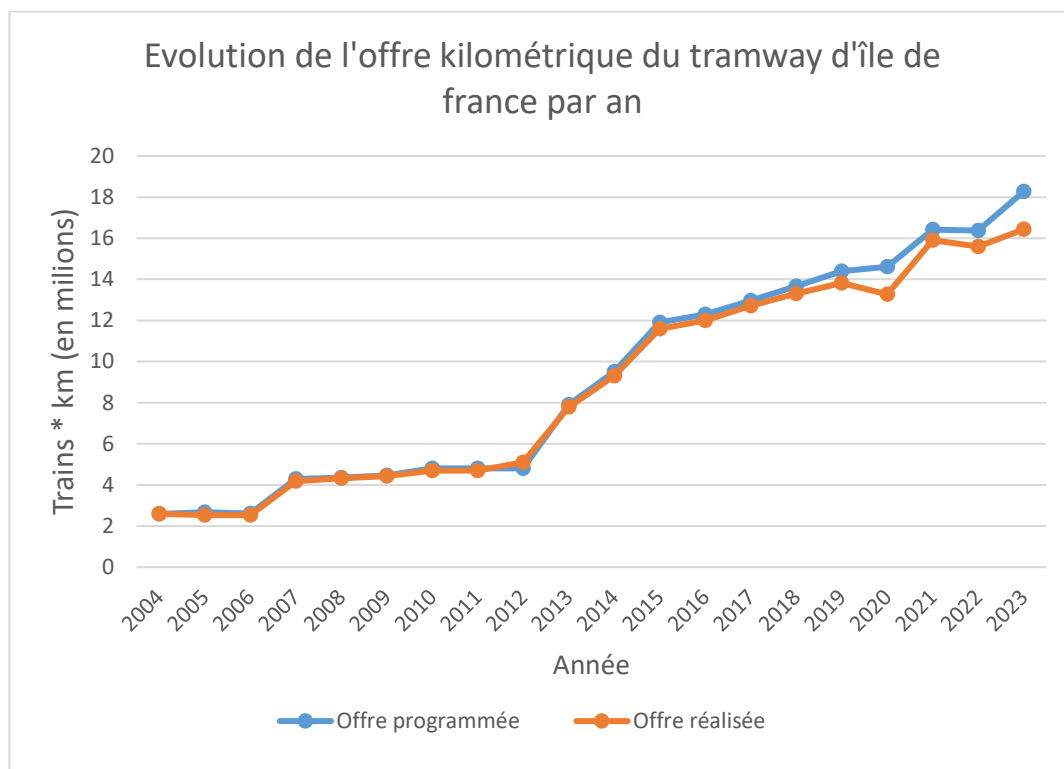


Figure 6 : Courbe de l'évolution annuelle de l'offre kilométrique du tramway d'Île-de-France de 2004 à 2023

Source : [OMNIL, 2024](#)

Sur cette courbe, on peut retracer à la fois la fréquence programmée et la fréquence réalisée du tramway d'Île-de-France. On observe une hausse continue sur la période qui correspond au développement de ce mode de transport en région parisienne. Néanmoins, on observe un écart significatif entre l'offre programmée et celle réalisée en 2022 qui s'accroît en 2023. Le transporteur a donc rencontré des difficultés à réaliser l'offre annoncée malgré la fin de la crise sanitaire.

La production de ces courbes a permis de mettre en lumière et de visualiser l'évolution de la fréquence des transports étudiés sur les dernières années. Elles permettent de comparer efficacement le niveau actuel de cet indicateur de la qualité de service avec le niveau d'avant crise.

3) Focus sur les TGV et les vols intérieurs : catégorisation des liaisons étudiées

Après avoir retracé l'évolution générale des fréquences pour différents modes de transport, nous avons décidé de nous concentrer plus précisément sur certains modes particuliers afin d'obtenir des informations plus détaillées. Dans le cadre de notre étude sur l'évolution de la fréquence du transport ferroviaire de voyageurs, nous avons choisi d'analyser en profondeur les services TGV et Ouigo.

Nous avons cherché à examiner l'évolution des fréquences en distinguant diverses catégories de liaisons pour déterminer si des dynamiques distinctes pouvaient être observées au sein d'un même mode de transport. Pour ce faire, nous avons utilisé les données fournies par l'[open data SNCF](#) (2024), qui répertorient 50 liaisons TGV, et nous les avons réparties en sous-catégories basées sur deux critères principaux : la fréquence des liaisons et leur distance séparant le point de départ du point d'arrivée.

Les liaisons ont été classées selon leur fréquence en trois niveaux : basse, moyenne et haute. De même, elles ont été regroupées en fonction de la distance en trois catégories : courte, moyenne et longue. Étant donné que les données disponibles se présentaient sous la forme du nombre de trajets par mois, nous avons établi ces classes de fréquence en utilisant les données de janvier 2018, qui se situe approximativement au milieu de notre période d'étude couvrant de 2012 à 2023. Nous avons également fait une distinction entre les liaisons inter secteurs, reliant directement deux villes de province entre elles, et les liaisons radiales, qui passent par Paris. Les tableaux suivants illustrent comment ces liaisons ont été classées selon ces critères.

Courtes distances	Moyennes distances	Longue distances
Trajet le plus court inférieur à 1h30	Trajet le plus court compris entre 1h30 et 3h	Trajet le plus court supérieur à 3h

Tableau 1 : catégorisation selon la distance

Basses fréquences	Moyennes fréquences	Hautes fréquences
Moins de 200 trajets réalisés par mois	Entre 200 et 400 trajets réalisés par mois	Plus de 400 trajets réalisés par mois

Tableau 2 : catégorisation selon la fréquence

Concernant les liaisons Ouigo, nous ne disposons pas de données pour toute la période, mais seulement pour les années 2023-2024. Étant donné que les services Ouigo n'ont été lancés qu'en 2013, nous avons supposé que leur fréquence était à 0 en 2012, ce qui nous a permis de calculer le taux de croissance annuel moyen⁴ (TCAM) pour la suite de notre analyse. Pour simplifier, nous avons regroupé certaines liaisons Ouigo avec des liaisons TGV reliant les mêmes villes, mais avec des gares de départ ou d'arrivée différentes.

Pour analyser les dynamiques au sein du transport aérien intérieur de voyageurs, nous avons appliqué le même protocole que celui utilisé pour le transport ferroviaire. Nous avons utilisé les

⁴ Le taux de croissance annuel moyen (TCAM) est une mesure utilisée pour évaluer l'évolution d'une variable sur une période donnée, exprimée en pourcentage par an. Il représente le taux auquel une quantité, ici, la fréquence, augmente ou diminue en moyenne chaque année. Pour le calculer, on prend la valeur finale de la variable, on la divise par la valeur initiale, puis on ajuste cette proportion pour obtenir une croissance annuelle moyenne constante sur la période considérée.

données fournies par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), qui étaient disponibles sous la forme du nombre de dessertes mensuelles par ligne aérienne, couvrant la période de janvier 2018 à décembre 2022.

De la même manière que pour les liaisons TGV, nous avons classé les lignes aériennes en fonction de leur fréquence. Les lignes considérées comme à basse fréquence étaient celles ayant enregistré moins de 200 dessertes par mois en janvier 2018. À l'inverse, les lignes avec plus de 200 dessertes par mois étaient classées comme étant à haute fréquence.

En outre, nous avons distingué les lignes aériennes selon quatre catégories spécifiques. Nous avons d'abord séparé les vols en fonction de leur origine ou destination parmi les principaux aéroports parisiens, à savoir ceux au départ ou à l'arrivée de l'aéroport d'Orly, ainsi que ceux au départ ou à l'arrivée de l'aéroport Roissy Charles de Gaulle. Ensuite, nous avons identifié les vols Province-Province, reliant différentes villes françaises sans passer par Paris. Enfin, nous avons distingué une catégorie pour les vols ayant pour départ ou arrivée un aéroport d'Outre-Mer.

Nous avons ensuite calculé le taux de croissance annuel moyen (TCAM) pour chaque liaison de TGV sur la période de 2012 à 2023, et pour chaque liaison aérienne de 2018 à 2022. Cette analyse nous a permis de déterminer les moyennes des TCAM pour chaque sous-catégorie de liaisons. Nous avons utilisé ces moyennes pour représenter le TCAM global de chaque catégorie.

Nous avons constaté que certaines catégories présentaient des moyennes très variables. Pour vérifier si ces moyennes différaient de manière significative, nous avons réalisé des tests statistiques sur les valeurs obtenues. Cette étape nous a permis d'examiner en détail les différences de croissance entre les sous-catégories et d'observer les différentes dynamiques en jeu dans ces deux modes de transport : le transport ferroviaire à grande vitesse et le transport aérien intérieur.

4) Tests statistiques

Pour étudier l'évolution de la fréquence des liaisons TGV et des lignes aériennes, nous avons utilisé des tests statistiques de comparaison des moyennes afin de déterminer si les différences observées entre les diverses catégories de liaisons étaient statistiquement significatives. Ces tests permettent de valider ou non l'hypothèse selon laquelle les variations entre les groupes de données sont dues au hasard ou révèlent des tendances réelles.

Tout d'abord, nous avons effectué un test de Fisher pour comparer les variances des deux groupes de données que nous souhaitions examiner. Ce test est crucial, car il détermine si nous pouvons supposer que les variances des deux groupes (par exemple, deux sous-catégories de liaisons) sont égales. Si les variances sont égales, nous pouvons utiliser un test de Student pour comparer les moyennes ; sinon, un test de Welch est plus approprié. Le test de Fisher s'effectue en calculant la statistique F, qui est le rapport entre la variance la plus élevée (S_1^2) et la variance la plus faible des deux groupes (S_2^2) :

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Figure 7 : Formule de la statistique F de Fisher

Ensuite, nous comparons cette statistique F avec une valeur critique F, déterminée à partir de la table de Fisher, avec un seuil de significativité de 95 %. Si F est inférieur à F critique, nous considérons que les variances sont égales. Dans ce cas, nous pouvons passer au test de Student.

Le test de Student est utilisé pour comparer les moyennes des deux groupes lorsqu'on suppose que leurs variances sont égales. Ce test permet de vérifier si les différences observées entre les moyennes des groupes sont suffisamment importantes pour être considérées comme significatives. La statistique t de Student est calculée en utilisant la formule suivante :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

où :

- $\bar{X}_1$ et $\bar{X}_2$ représentent les moyennes des deux groupes,
- n_1 et n_2 sont les tailles des échantillons des deux groupes,
- S_p est l'écart-type combiné, calculé comme suit :

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot S_1^2 + (n_2 - 1) \cdot S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Figure 8 : Formule de la statistique t de Student

Ensuite, nous comparons cette statistique t avec une valeur critique t, issue de la table de Student. Pour assurer la robustesse de notre analyse, nous avons testé plusieurs niveaux de significativité : 90%,

95%, et 99%. Si t est supérieur à t critique, alors nous concluons que les moyennes des deux groupes sont significativement différentes.

Cependant, si le test de Fisher révèle que les variances des deux groupes sont inégales, le test de Student devient moins fiable. C'est pourquoi nous avons également utilisé le test de Welch, qui est une variante du test de Student adaptée aux situations où les variances ne peuvent pas être supposées égales. C'est pourquoi nous avons également utilisé le **test de Welch**, qui est une variante du test de Student adaptée aux situations où les variances ne peuvent pas être supposées égales.

La statistique t de Welch est calculée comme suit :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

où :

- $\bar{X}_1$ et $\bar{X}_2$ sont les moyennes des deux groupes,
- S_1^2 et S_2^2 sont les variances des deux groupes,
- n_1 et n_2 sont les tailles des échantillons.

Figure 9 : Formule de la statistique t de Welch

La principale différence avec le test de Student réside dans le fait que le test de Welch ajuste les degrés de liberté pour tenir compte des variances inégales. Ces degrés de liberté sont calculés selon la formule suivantes :

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

Figure 10 : Formule des degré de liberté du test de Welch

Nous comparons ensuite cette statistique à une valeur critique t issue de la table de Welch, toujours avec des seuils de significativité de 90 %, 95 %, et 99 %. Si t est supérieur à t critique, alors nous concluons que les moyennes des deux groupes diffèrent de manière significative.

Dans un premier temps, nous avons procédé à une comparaison entre des grands groupes de liaisons regroupés selon des critères communs, tels que la distance parcourue. Par exemple, nous avons comparé toutes les liaisons à courtes distances avec celles à longues distances. Cette première analyse nous a permis d'obtenir une vue d'ensemble des différences globales entre ces types de liaisons, en mettant en évidence les dynamiques de croissance spécifiques à chaque grand groupe de liaison.

Ensuite, nous avons affiné notre analyse en réalisant des comparaisons plus spécifiques au sein de ces groupes de liaisons. Par exemple, les liaisons à courte distance et basse fréquence par rapport aux liaisons à courte distance et haute fréquence. Cette étape plus granulaire nous a permis de dégager des tendances plus précises en fonction non seulement de la distance, mais aussi du nombre de trajets

effectués sur ces liaisons. Cette méthode a révélé des variations de croissance au sein même des catégories de liaisons, ouvrant la voie à une meilleure compréhension des dynamiques sous-jacentes qui influencent ces fréquences de transport.

Cette approche statistique nous a permis de valider ces observations à travers des tests de significativité, démontrant mathématiquement là où les écarts entre les différentes catégories de liaisons n'étaient pas simplement le fruit du hasard. En analysant finement ces données, nous avons pu identifier des écarts significatifs dans les dynamiques d'évolution de la fréquence des liaisons TGV et des lignes aériennes. Cela nous a permis de conclure que certaines sous-catégories de liaisons connaissent des trajectoires de croissance bien distinctes, influencées par des facteurs tels que la distance, la fréquence de desserte, ou encore la destination (Orly, Roissy, etc.).

Cette analyse approfondie nous a permis d'obtenir des conclusions claires sur les tendances à long terme dans les secteurs du transport ferroviaire à grande vitesse et du transport aérien intérieur. Ces conclusions, qui s'appuient sur des données fiables et des méthodes statistiques rigoureuses, peuvent permettre de décrire les dynamiques en cours dans ces modes de transport et seront présentées plus en détail dans une partie ultérieure de ce rapport.

5) La documentation

Une fois que des conclusions ont été établies sur la base des courbes d'évolution de la fréquence ou des résultats des tests statistiques, une étape cruciale s'ensuit : la documentation des résultats. Cette phase implique un travail de recherche et d'investigation dont l'objectif principal est d'apporter un éclairage sur les résultats obtenus en identifiant les raisons sous-jacentes aux dynamiques de fréquence observées pour les différents modes de transport étudiés.

Cette documentation se construit à partir de différentes sources. D'une part, elle peut s'appuyer sur des articles issus de la littérature scientifique, lesquels apportent une base théorique et permettent d'encadrer les phénomènes observés dans un contexte plus large, en tenant compte des travaux d'autres chercheurs et des études menées dans le passé sur des thématiques similaires. Ces articles scientifiques peuvent offrir des analyses sur les facteurs influençant la fréquence des transports, qu'il s'agisse de facteurs économiques, sociaux, ou encore environnementaux.

D'autre part, cette recherche peut être complétée par des déclarations ou des rapports émanant directement des transporteurs ou des autorités organisatrices. Ces sources primaires sont précieuses car elles fournissent des informations de première main sur les raisons opérationnelles et stratégiques qui peuvent expliquer certaines fluctuations dans les fréquences de transport. Par exemple, les transporteurs peuvent justifier une baisse de la fréquence sur certaines liaisons par des raisons économiques ou des contraintes liées à la maintenance, tandis que les autorités organisatrices peuvent évoquer des réorientations de la politique de transport ou des ajustements en réponse à des changements dans la demande des usagers.

Enfin, un aspect essentiel de cette documentation repose sur les déclarations officielles relatives aux politiques publiques des transports. Les orientations stratégiques définies par les gouvernements ou les instances régulatrices, telles que des plans de mobilité, des initiatives de transition écologique, ou encore des réformes législatives, jouent un rôle déterminant dans les dynamiques observées. En analysant ces politiques publiques, il devient possible de relier certaines évolutions de fréquence à des décisions politiques majeures, comme la mise en place de nouvelles infrastructures, la priorisation des modes de transport écologiques, ou encore des subventions allouées pour encourager certaines liaisons.

Ce travail de documentation permet d'appuyer ou de confirmer les conclusions issues de l'analyse des données réalisée. Il vient enrichir l'interprétation des résultats en fournissant des explications qui contextualisent les chiffres observés. Ainsi, l'étude ne se limite pas à une simple observation des tendances, mais s'efforce également de comprendre les causes des dynamiques identifiées. Cela permet de donner à l'étude une dimension analytique plus complète, en intégrant à la fois des éléments empiriques et théoriques, ainsi que des éléments concrets issus du terrain, qu'ils soient liés aux pratiques des transporteurs, aux orientations des autorités, ou aux politiques publiques en vigueur.

Voici un exemple de documentation qui a été réalisée sur la base d'une évolution observée.

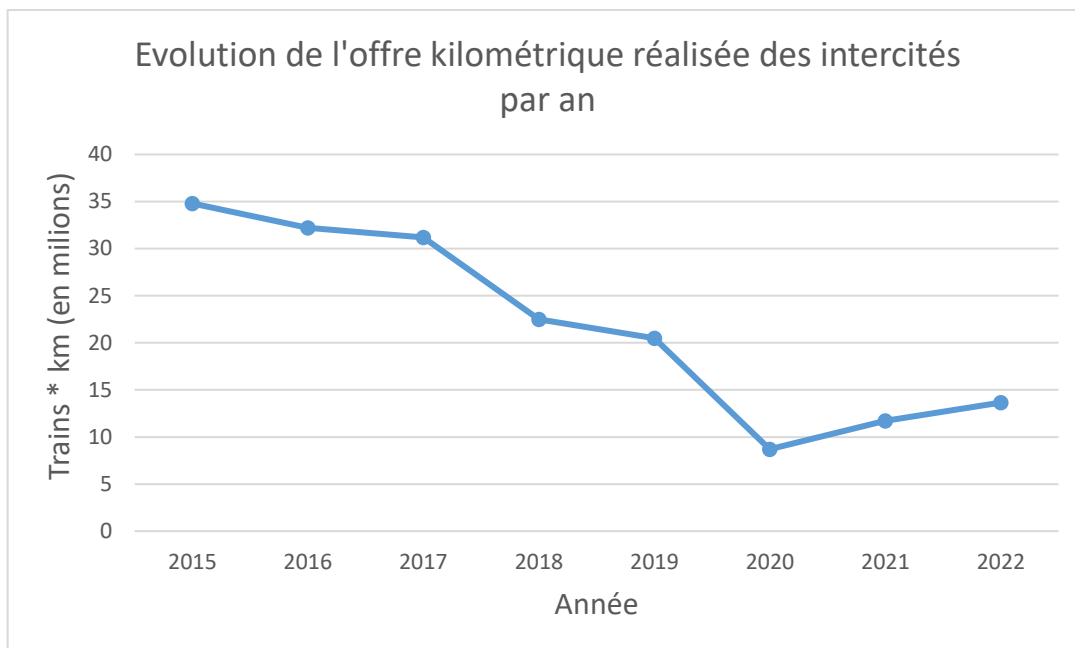


Figure 11 : Courbe de l'évolution de l'offre kilométrique des Intercités de 2015 à 2022

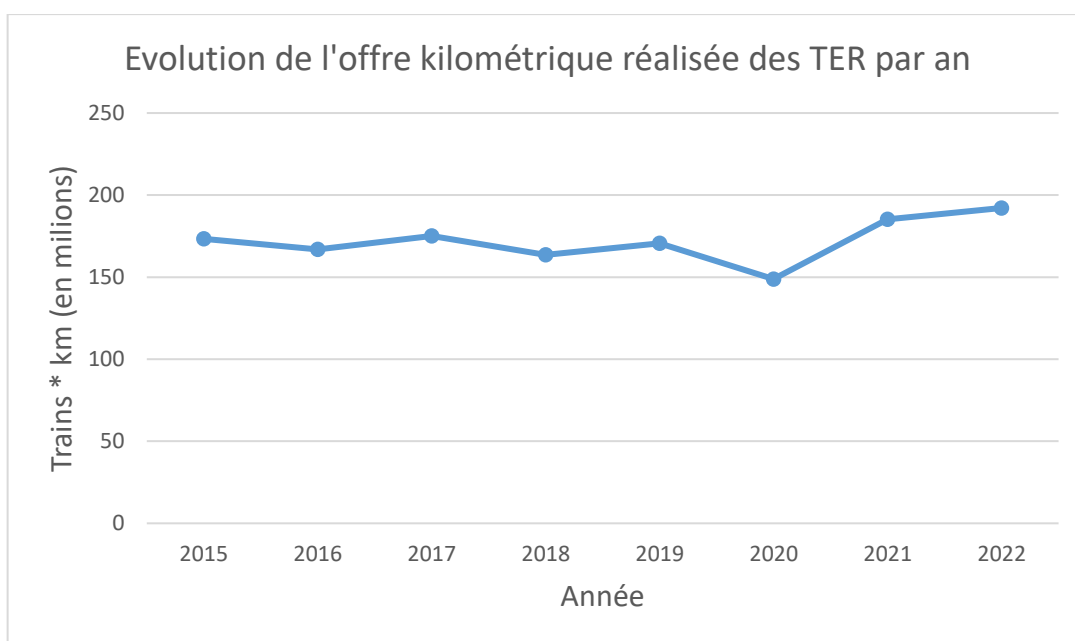


Figure 12 : Courbe de l'évolution de l'offre kilométrique des TER de 2015 à 2022

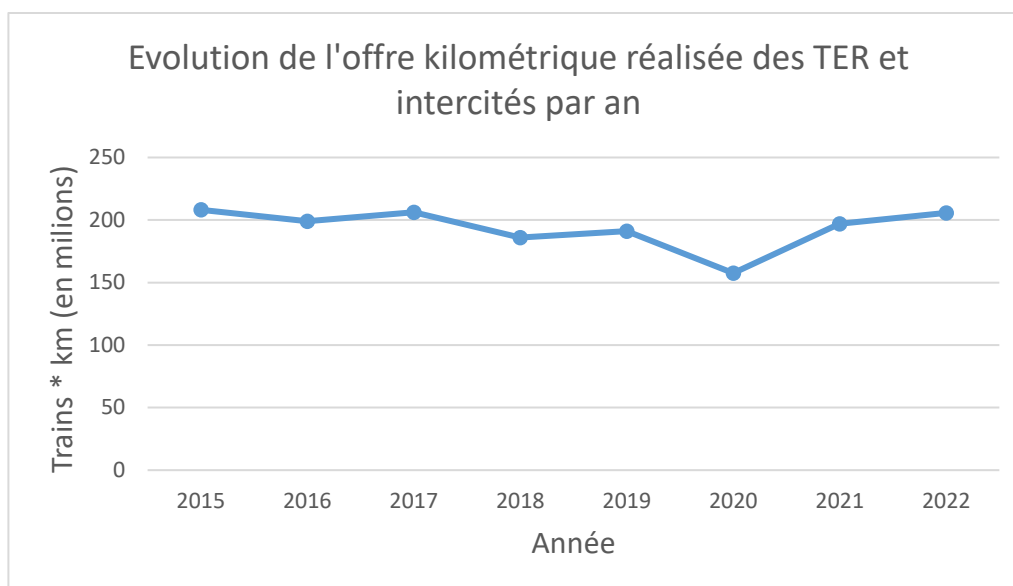


Figure 13 : Courbe de l'évolution de l'offre kilométrique des TER additionnée aux Intercités de 2015 à 2022

En examinant l'évolution de la production kilométrique des TER et des Intercités depuis 2015, on remarque une baisse significative de l'activité des Intercités, qui s'accompagne d'une augmentation simultanée de celle des TER. Cette tendance semble indiquer une relation inverse entre ces deux modes de transport ferroviaire. Lorsqu'on additionne leurs productions respectives, on observe que le niveau global de la production ferroviaire est resté relativement stable depuis 2015, malgré les variations individuelles. Cela nous amène à formuler l'hypothèse selon laquelle une partie du trafic des Intercités aurait été transférée ou reportée vers les TER, contribuant ainsi à maintenir une certaine constance sur ce type de desserte dans l'offre ferroviaire globale.

La Cour des Comptes a publié un [rapport](#) au sujet des Intercités en 2015 dans lequel elle stipule : « la préservation d'un réseau de trains « Intercités » est un enjeu majeur d'aménagement du territoire. Le retard mis à prendre les décisions permettant de l'assurer contraint maintenant l'État, la SNCF, mais également les régions à devoir résoudre une équation particulièrement complexe à un moment où les marges de manœuvre financière sont devenues très faibles. Un tel objectif suppose des mesures énergiques de réduction des coûts de gestion de ces trains, mais aussi des choix en ce qui concerne leur périmètre et leur financement. »

Elle formule les recommandations suivantes : « afin d'enrayer le déclin des trains Intercités et de définir les conditions de leur pérennité, les inclure dans un schéma national des services de transport de voyageurs, précisant leur articulation avec les autres offres de transport ferroviaire et leur accordant un financement stable et durable. »

De plus, d'après le [bilan annuel](#) 2022 de l'ART, « L'offre TER comprend néanmoins une part notable de lignes dont le motif principal s'éloigne des caractéristiques de desserte fine régionale. Il s'agit essentiellement des anciennes lignes Intercités transférées aux régions entre 2017 et 2020. Ainsi, les services TER assurent la grande majorité des liaisons ferroviaires conventionnées de plus de 100 km (83 %), des liaisons radiales (90 %) et des liaisons entre villes de plus de 100 000 habitants (94 %). »

Nous pouvons donc valider l'hypothèse d'un transfert des Intercités vers les TER mis en œuvre par les autorités organisatrices.

Ici, les recommandations émises par la Cour des Comptes, ainsi que les résultats du bilan de l'Autorité de Régulation des Transports (ART), sont venues enrichir et compléter les observations que nous avons tirées de l'analyse des données. Ces documents ont apporté une explication cohérente et logique à la tendance que nous avons identifiée, en fournissant des éléments contextuels et des éclairages supplémentaires sur les dynamiques observées. La mission de stage s'est donc conclue sur cette étape cruciale de documentation, qui a permis de consolider nos conclusions en les appuyant sur des sources externes solides et reconnues.

Présentation des résultats produits

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats des tests statistiques abordés dans la partie précédente et réalisés au cours de cet étude. Après avoir détaillé les résultats de l'étude sur les TGV, nous montreront les résultats de l'étude sur les vols intérieurs.

1) Le transport ferroviaire à grande vitesse

Voici le schéma des résultats des tests statistiques sur les liaisons TGV et Ouigo.

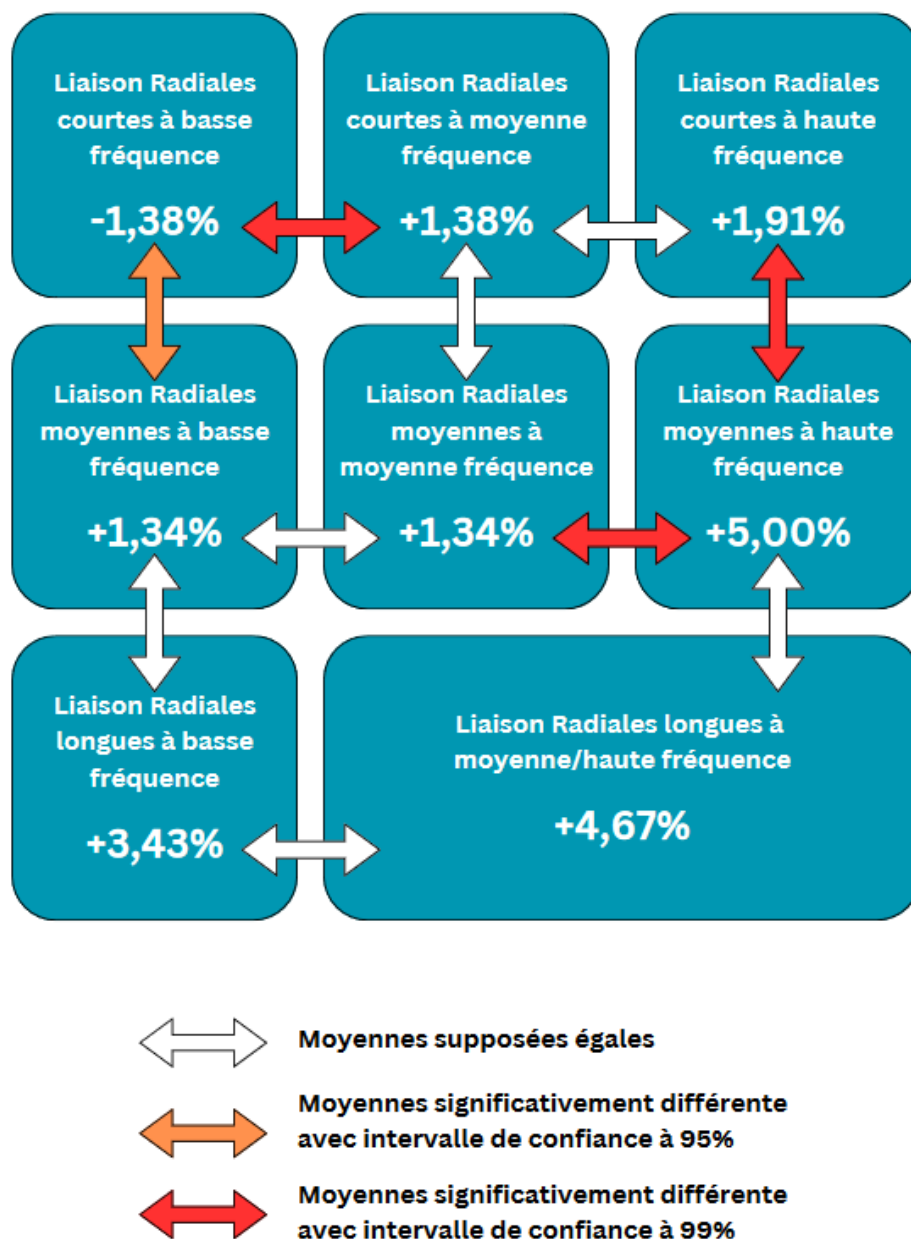


Figure 14 : Schéma des résultats du test statistique sur les liaisons TGV et Ouigo sur la période 2012-2023

Maintenant, nous allons présenter de manière exhaustive dans un tableau les résultats positifs aux tests statistiques, avec le seuil de significativité. Les moyennes des groupes représentent les moyennes des TCAM des liaisons du groupe.

Groupes 1 vs Groupe 2	Moyenne du groupe 1	Moyenne du groupe 2	Significativité statistique
Radiale courte distance vs Radiale moyenne distance	+1,22%	+2,50%	95%
Radiale courte distance vs Radiale longue distance	+1,22%	+4,12%	99%
Radiale moyenne distance vs Radiale longue distance	+2,50%	+4,12%	95%
Radiale courte distance vs Inter secteur	+1,22%	+2,44%	90%
Moyenne fréquence vs Haute fréquence	+1,36%	+3,34%	99%
Radiale courte distance basse fréquence vs Radiale courte distance moyenne fréquence	-1,38%	+1,38%	99%
Radiale moyenne distance moyenne fréquence vs Radiale moyenne distance haute fréquence	+1,34%	+5,00%	99%
Radiale courte distance basse fréquence vs Radiale moyenne distance basse fréquence	-1,38%	+1,34%	90%
Radiale courte distance haute fréquence vs Radiale moyenne distance haute fréquence	+1,91%	+5,00%	99%
Inter secteur basse fréquence - Inter secteur haute fréquence	+4,11%	+0,77%	90%
Inter secteur courte distance vs inter secteur longue distance	-1,13%	+4,22%	95%

Tableau 3 : résultats concluants du test statistique sur les liaisons TGV et Ouigo sur la période 2012-2023

Dans le tableau ci-dessous, nous allons présenter les paires de groupes de liaisons pour lesquels les tests statistiques n'ont pas été concluants. En d'autres termes, les couples pour lesquels la différence entre les moyennes des taux de croissance annuels moyens n'est pas significative avec un seuil de confiance d'au moins 90% selon les tests de Student et de Welch. Dans ces cas-là, on considère que la différence entre les moyennes peut être le fruit du hasard. Cette absence de significativité représente une donnée de l'étude au même titre qu'un résultat concluant.

Groupe 1 vs Groupe 2	Moyenne du groupe 1	Moyenne du groupe 2
Radiale moyenne distance vs Inter secteur	+2,50%	+2,44%
Radiale longue distance vs Inter secteur	+4,12%	+2,44%

Radiale courte distance moyenne fréquence vs Radiale courte distance haute fréquence	+1,38%	+1,91%
Radiale moyenne distance basse fréquence vs Radiale moyenne distance moyenne fréquence	+1,34%	+1,34%
Radiale longue distance basse fréquence vs Radiale longue distance haute fréquence	+3,43%	+4,67%
Radiale moyenne distance basse fréquence vs Radiale longue distance basse fréquence	+1,34%	+3,43%
Radiale courte distance moyenne fréquence vs Radiale moyenne distance moyenne fréquence	+1,38%	+1,34%
Radiale moyenne distance haute fréquence vs Radiale longue distance haute fréquence	+5,00%	+4,67%

Tableau 4 : résultats non-concluants du test statistique sur les liaisons TGV et Ouigo sur la période 2012-2023

De prime abord, en observant les résultats positifs de ce test, on peut constater que la fréquence des liaisons à courte distance est presque toujours défavorisée par rapport au groupe auquel on les compare. En effet, l'évolution des courtes distances est systématiquement plus faible que les autres groupes de manière quasiment toujours significative. Les longues distances ont également une croissance significativement plus haute que les moyennes distances. De plus, de manière générale, les hautes fréquences connaissent une meilleure croissance que les moyennes fréquences, qui elles même connaissent une meilleure croissance que les basses fréquences. Cependant, une catégorie semble échapper à cette tendance. En effet, dans le deuxième tableau, on peut voir que les liaisons inter secteurs à basse fréquence ont un meilleur taux de croissance que les inter secteurs à haute fréquence, même si la différence n'est pas significative selon les tests. Mais quand on regarde le détail de ces groupes de liaisons, on remarque celles à basse fréquence appartiennent majoritairement à la catégorie des inter secteurs à longue distance alors que celles à haute fréquence appartiennent majoritairement à la catégorie des courtes distances. Or, on peut constater que les inter secteurs longue distance ont un meilleur taux de croissance que les courtes distances et ce de manière significative.

2) Le transport aérien intérieur

A présent, nous allons exposer les résultats des tests statistiques réalisés sur les lignes aériennes. Le schéma ci-dessous en fournit un résumé.

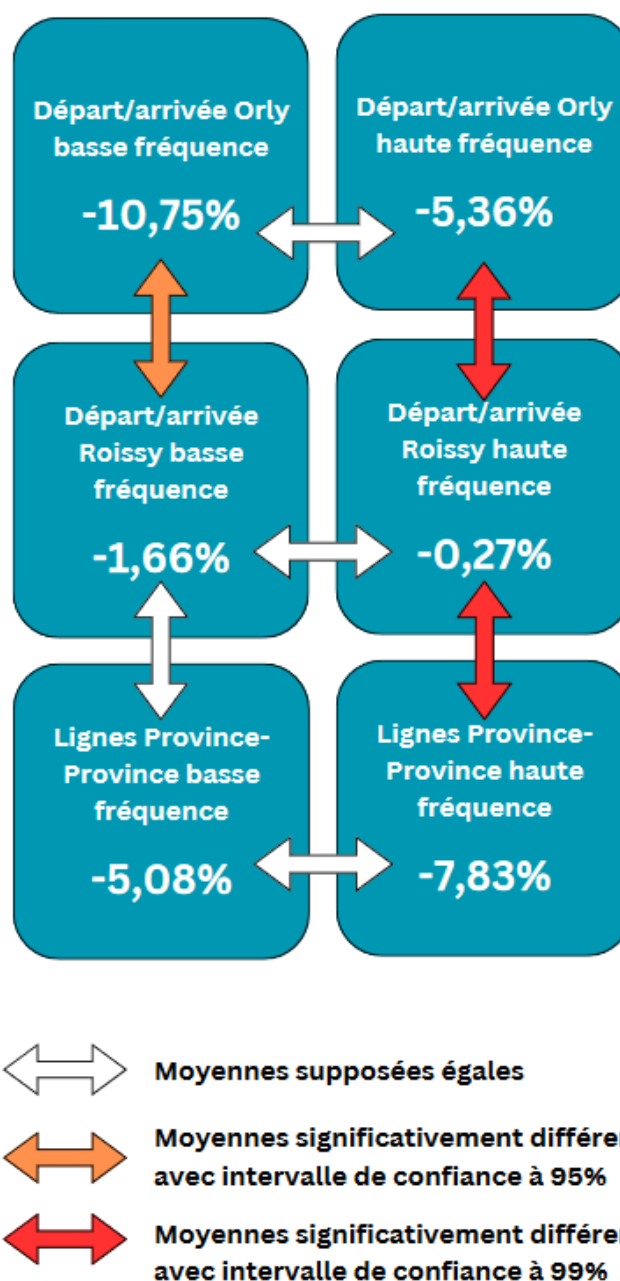


Figure 15 : Schéma des résultats du test statistique sur les lignes aériennes intérieures sur la période 2018-2022

Le tableau suivant représente les résultats concluants des test statistiques de manière exhaustive. Pour rappel, lorsqu'un test est concluant, cela signifie que la moyenne du groupe 1 est significativement différente de celle du groupe 2.

Groupe 1 vs Groupe 2	Moyenne du groupe 1	Moyenne du groupe 2	Significativité statistique
Départ/arrivée Orly vs Départ/arrivée Roissy	-8,79%	-0,93%	99%

Départ/arrivée Orly vs Outre-Mer	-8,79%	+1,78%	99%
Départ/arrivée Roissy vs Outre-Mer	-0,93%	+1,78%	90%
Départ/arrivée Roissy vs Province-Province	-0,93%	-5,49%	90%
Province-province vs Outre-mer	-5,49%	+1,78%	99%
Départ/arrivée Orly basse fréquence vs Départ/arrivée Roissy basse fréquence	-10,75%	-1,66%	95%
Départ/arrivée Orly haute fréquence vs Départ/arrivée Roissy haute fréquence	-5,36%	-0,27%	90%
Départ/arrivée Roissy haute fréquence vs Province-province haute fréquence	-0,27%	-7,83%	99%
Inoui + Ouigo vs Avion	+2,35%	-5,28%	99%

Tableau 5 : résultats concluants du test statistique sur les lignes aériennes sur la période 2018-2022

Le tableau suivant quant à lui énumère les couples pour lesquels les tests statistiques n'ont pas été concluants avec une significativité suffisante à savoir au moins égale à 90%.

Groupe 1 vs Groupe 2	Moyenne du groupe 1	Moyenne du groupe 2
Départ/arrivée Orly vs Province-Province	-8,79%	-5,49%
Basse fréquence vs Haute fréquence	-6,14%	-3,50%
Départ/arrivée Orly basse fréquence vs Départ/arrivée Orly haute fréquence	-10,75%	-5,36%
Départ/arrivée Roissy basse fréquence vs Départ/arrivée Roissy haute fréquence	-1,66%	-0,27%
Province-Province basse fréquence vs Province-Province haute fréquence	-5,08%	-7,83%
Départ/arrivée Orly basse fréquence vs Province-Province basse fréquence	-10,75%	-5,08%
Départ/arrivée Roissy basse fréquence vs Province-Province basse fréquence	-1,66%	-5,08%
Départ/arrivée Orly haute fréquence vs Province-Province haute fréquence	-5,36%	-7,83%

Tableau 6 : résultats non-concluants du test statistique sur les lignes aériennes intérieures sur la période 2018-2022

La première chose que l'on peut constater en observant les taux de croissances annuels moyens est que contrairement aux TGV, ils sont quasiment tous négatifs. On peut voir que la fréquence des avions connaît un important recul entre l'année 2018 et 2022 contrairement au TGV qui est en croissance. Cette différence de tendance est confirmée par un test de Welch qui montre que la moyenne du taux de croissance des liaisons TGV et Ouigo (+2,35%) diffère avec une très haute significativité de la moyenne des taux de croissance des lignes aériennes (-5,28%).

Maintenant, lorsque l'on observe les différences aux seins des lignes aériennes, on constate que la fréquence des vols passant par Orly au départ ou à l'arrivée a nettement plus diminué par rapport à ceux partant ou arrivant à Roissy. On peut observer également qu'un groupe de lignes aériennes se détache des autres car il est le seul à avoir un taux de croissance annuel moyen positif. Il s'agit des lignes au départ ou à l'arrivée d'un aéroport d'Outre-Mer. En effet, la moyenne du taux de ce groupe est toujours significativement différente des autres groupes avec lesquels on la compare.

Ces résultats donnent lieu à une documentation présente dans le livrable qui sera fourni en annexe.

Retour réflexif : projection dans un métier

Ce stage a constitué pour moi une expérience particulièrement enrichissante. J'y ai acquis une quantité considérable de connaissances dans le domaine des transports, tant grâce aux discussions approfondies avec mon encadrant, dont l'expertise sur le sujet est impressionnante, qu'à travers l'étude que j'ai menée, qui m'a permis de développer ma propre compréhension du secteur. Les échanges réguliers avec mon encadrant ont également été très instructifs, m'apportant des connaissances dans des domaines variés comme l'énergétique, l'intelligence artificielle ou encore l'histoire des politiques publiques liées à l'écologie.

Sur le plan professionnel, ce stage m'a également beaucoup appris sur le fonctionnement interne d'une entreprise. J'ai pu observer l'importance de l'ambiance de travail, de la cohésion au sein des équipes, et de la collaboration entre collègues. J'ai dû m'adapter aux attentes de mon encadrant tout en apprenant à organiser mon travail de manière autonome. La confiance qu'il m'a accordée a été une réelle source de motivation, car elle m'a permis de gérer ma mission avec une grande liberté, ce que j'ai particulièrement apprécié.

J'ai également découvert le fonctionnement d'une entreprise publique, en évoluant au sein du ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires. J'ai été agréablement surpris par l'atmosphère de travail peu stressante et par la disponibilité des agents publics, toujours ouverts aux échanges. Les conversations que j'ai eues avec eux m'ont permis de constater que nous partageons des valeurs communes en matière d'écologie et de préoccupations environnementales, ce qui a rendu ces échanges d'autant plus enrichissants.

La principale difficulté à laquelle j'ai dû faire face durant ce stage a été provoquée par un incident à la Tour Séquoia, qui a rendu mon lieu de travail inaccessible. Cela m'a contraint à réaliser une partie importante de mon stage en télétravail. Le manque de présentiel et l'isolement ont rendu la concentration et l'engagement parfois difficiles, mais cette situation m'a appris à m'adapter et à surmonter ces obstacles en développant de nouvelles méthodes de travail.

En ce qui concerne mon projet professionnel, ce stage a confirmé mon intérêt pour le secteur des transports, un domaine dans lequel je pourrais envisager une carrière en tant qu'ingénieur. Toutefois, à l'heure d'aujourd'hui, je suis davantage attiré par le secteur des énergies renouvelables, qui est celui dans lequel je me projette. Bien que j'aie apprécié mon immersion dans la fonction publique, je suis aujourd'hui plus intéressé par le secteur privé, notamment en raison des opportunités de progression de carrière qu'il offre. Cela étant dit, ce stage dans le secteur des transports publics a représenté une très belle opportunité pour moi. Pour mon prochain stage de cinquième année, j'espère pouvoir intégrer une entreprise privée spécialisée dans les énergies renouvelables afin de poursuivre ma formation et pouvoir compléter mon expérience professionnelle.

Bibliographie

1. *Bilan annuel des transports en 2022*. (s. d.). Données et Études Statistiques Pour le Changement Climatique, L'énergie, L'environnement, le Logement, et les Transports. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-annuel-des-transports-en-2022>
2. *Jeux de données en open data - Autorité de régulation des transports (anciennement Arafer)*. (2024, 4 juillet). ART. <https://www.autorite-transports.fr/observatoire-des-transports/jeux-de-donnees-en-open-data/>
3. *Offre de transport*. (s. d.). OMNIL. <https://omnil.fr/offre-de-transport>
4. *Régularité mensuelle TGV par liaisons*. (2024, 18 juillet). <https://ressources.data.sncf.com/explore/dataset/regularite-mensuelle-tgv-aqst/information/>
5. *Trafic aérien commercial mensuel français - data.gouv.fr*. (2024, août 14). <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/trafic-aerien-commercial-mensuel-francais-paire-daeroports-par-sens-depuis-1990/>
6. *Cour des comptes*. (2015). *Les trains Intercités : sortir de l'indécision*. RPA 2015 - Tome 1 volume 1 Les trains Intercités : sortir de l'indécision ([ccomptes.fr](https://comptes.ccomptes.fr))
7. ART. (s. d.). *LE MARCHÉ FRANÇAIS DU TRANSPORT FERROVIAIRE EN 2022*. https://www.autorite-transports.fr/wp-content/uploads/2023/12/essentiel_bilan-marche-ferroviaire2022.pdf



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Raphaël Reichman
2022-2023

Fréquence des dessertes intérieures urbaines, aériennes et ferroviaires

Résumé :

Mon travail de stage a porté sur l'analyse de l'évolution de la fréquence des transports en commun à l'intérieur du territoire français. L'étude a couvert plusieurs modes de transport, notamment les trains, les avions, les métros, les bus, les tramways et les cars en service librement organisé. Au cours de cette analyse, nous avons produit des courbes illustrant l'évolution de la fréquence des différents transports, ainsi que des tests statistiques permettant d'identifier des dynamiques distinctes au sein d'un même mode de transport, avec un focus particulier sur les trains à grande vitesse. Parmi les résultats clés, nous avons observé que les liaisons à basse fréquence connaissent une croissance nettement inférieure à celle des liaisons à haute fréquence, accentuant ainsi les disparités et soulevant des questions quant à l'équité territoriale.

Mots Clés : Transport en commun, fréquence, train, avions, transport collectif urbain, analyse de données, test statistique

Entreprise : Inspection générale de l'environnement et du développement durable

Adresse : 1 Pl. Carpeaux, 92800 Puteaux

Tuteur entreprise :

Alain Sauvart

Directeur de l'AQST

Tuteur académique :

Mindjid Maizia