
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Etude d'aménagement et de dimensionnement des
déplacements urbains

Ceryx Trafic System
96 Boulevard Vivier Merle
Lyon 69003



Tuteur entreprise :
Cynthia Desœuvre
Directrice d'agence

Pierre Maeso
UIT
2023-2024

Tuteur académique :
Laura Verdelli

SOMMAIRE

1. Introduction	5
2. Présentation de la structure d'accueil	5
2.1 La solution aux problématiques de déplacements urbains	5
2.2 Déploiement de solutions pour les modes actifs	6
2.3 Etudes et plans de circulation.....	7
2.4 Régulation des trafics	9
2.5 Insertion et optimisation des transports collectifs	10
3. Etat de l'art	11
3.1 Optimisation des transports collectifs	11
3.2 Stratégies de déploiement des modes actifs pour une mobilité urbaine durable.....	12
3.3 Comprendre et optimiser la mobilité urbaine.....	13
3.4 Régulation des trafics : vers une fluidité et sécurité optimale en milieu urbain	14
4. Missions de stage et projets reposant sur l'activité du bureau d'études.....	16
4.1 Introduction	16
4.2 Chronocar	16
4.2.1 Contexte du projet	16
4.2.2 Mission	16
4.3 Ajout du réseau : projet des voies lyonnaises	18
4.3.1 Contexte du projet	18
4.3.2 Mission	20
4.4 Observation et analyse du fonctionnement des carrefours a feux : travail de terrain	21
4.4.1 Mission	21
4.4.2 Résultats	22
4.5 Comparatif des offres	23
4.6 Priorité bus	24
4.7 Agrandissement de la ligne de tram T6.....	25
4.7.1 Contexte du projet	25
4.7.2 mission réalisée	27
5. Conclusion.....	29

Liste des figures

FIGURE 1 : PARCOURS DE LA LIGNE CHRONOCAR (EN ROUGE) ET RECENSEMENT DES CARREFOURS A FEUX (EPINGLES JAUNES) SUR GOOGLE EARTH	17
FIGURE 2 : FENETRE GOOGLE EARTH POUR L'INSCRIPTION DES DONNEES DU CARREFOUR AVEC LATITUDE, LONGITUDE, NUMERO ET CROISEMENT DES RUES	18
FIGURE 3 : RESEAU DES VOIES LYONNAISES. SOURCE : METROPOLE DE LYON, 2022	19
FIGURE 4 : SCHEMA DU RESEAU DES FEUX D'UN CARREFOUR SUR ZWCAD	20
FIGURE 5 : CIRCULATION SUR LA BRANCHE SUD-OUEST DU BOULEVARD DU VALVERT A UN CARREFOUR A TASSIN-LA-DEMI-LUNE AUX HEURES DE POINTE (MATIN ET APRES-MIDI) AVEC REMONTEE DES FILES DE VOITURES REPRESENTEE PAR LES FLECHES ROUGES.....	22
FIGURE 6 : EXTRAIT DU TABLEAU EXCEL REALISE COMPARANT LES OFFRES DES 4 ENTREPRISES CONSULTEES..	23
FIGURE 7 : CARTE QGIS FOURNIE PAR LA METROPOLE DE LYON REFERENCANT LE NOMS DES CARREFOURS DE LA METROPOLE.....	24
FIGURE 8 : TABLEAU DE LA LIGNE C5 (RILLIEUX – LYON) REGROUPANT L'ENSEMBLE DES CARREFOURS A FEUX DESSERVIT PAR LA LIGNE	25
FIGURE 9 : CONDUITE DE PROJET : LES PHASES DE LA CONDUITE D'OPERATION	27
FIGURE 10 : DESSIN DES FEUX DE SIGNALISATION ET DES POTEAUX POUR LE PROLONGEMENT DE LA LIGNE DE TRAM T6, REALISE SUR ZWCAD	28
FIGURE 11 : PREMIERE DE COUVERTURE DU RENDU ET NOTRE DES SIGNAUX DE LA METROPOLE DE LYON.....	28

Remerciements

Je tiens à exprimer mes remerciements à l'ensemble de l'équipe de Ceryx Trafic System à Lyon 3 pour leur accueil et leur accompagnement tout au long de mon stage. Ce fut une expérience enrichissante et formatrice, et je suis reconnaissant d'avoir eu l'opportunité de travailler dans cet environnement professionnel.

Je souhaite remercier tout particulièrement Madame Desoeuvre, directrice d'agence de Lyon, pour son encadrement. Sa disponibilité et ses conseils ont grandement contribué à mon insertion dans ce stage. Elle a su m'impliquer dans des projets stimulants, ce qui m'a permis de développer mes compétences et d'approfondir mes connaissances dans le domaine du trafic et des transports urbains.

Je tiens également à exprimer mes remerciements envers ma tutrice universitaire, Madame Laura Verdelli, pour son suivi et ses conseils avisés tout au long de cette expérience. Son expertise a été indispensables pour la réalisation de ce stage et la rédaction de ce rapport.

Enfin, un grand merci à l'ensemble de l'équipe de Ceryx Trafic System pour leur collaboration et leur esprit d'équipe. Chaque membre a contribué à rendre cette expérience unique. Merci pour votre patience, votre bienveillance et vos partages d'expertise.

Je suis reconnaissant à Polytech Tours pour m'avoir offert cette opportunité de stage et pour l'accompagnement tout au long de ma formation. Cette expérience marque une étape importante dans mon parcours d'ingénieur, et je me sens désormais mieux préparé pour les défis professionnels à venir.

1. Introduction

Ce stage a été une étape clé de ma dernière année à Polytech Tours, où j'ai entrepris ma formation en Génie de l'Aménagement et de l'Environnement. Soucieux d'approfondir mes connaissances dans ce domaine, j'ai saisi l'opportunité de cette expérience professionnelle. Mon choix s'est porté sur le bureau d'étude Ceryx Traffic System, plus précisément au sein de l'Agence de Lyon, dirigée par Cynthia Desoeuvre. Cette décision découle de ma curiosité visant à mieux connaître le travail en bureau d'études. Il était essentiel pour moi d'acquérir une expérience plus approfondie dans ce secteur, afin de me rendre compte de la réalité du monde professionnel en bureau d'études d'autant que cette expérience me permettait également d'étudier les enjeux des transports en milieu urbain.

Mes missions consistaient à travailler sur différents projets reposant sur les activités de l'agence telles que des études d'aménagement et de dimensionnement ainsi que des études générales de déplacement. Ce stage a été une véritable immersion dans le métier d'ingénieur, me permettant de comprendre son intérêt ainsi que les défis auxquels il est confronté. J'ai pu mettre en pratique les connaissances acquises au cours de ma formation à Polytech Tours, ce qui a été extrêmement formateur pour moi.

2. Présentation de la structure d'accueil

2.1 La solution aux problématiques de déplacements urbains

Bureau d'études spécialisé dans l'organisation des circulations urbaines, Ceryx Traffic System intervient auprès des collectivités pour proposer des solutions pérennes et écoresponsables à leurs problématiques de déplacements. Les recommandations de Ceryx Traffic System couvrent la circulation des différents modes de déplacement, l'aménagement des espaces publics, ainsi que le fonctionnement des intersections et des carrefours complexes. La certification ISO 9001 témoigne de l'engagement de l'entreprise à fournir des services de qualité et de sa quête permanente de la satisfaction client. Les équipes de Ceryx Traffic System s'investissent quotidiennement pour offrir un service sur mesure, adapté aux besoins spécifiques de chaque projet. Grâce à ses agences réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain, Ceryx Traffic System est en mesure d'intervenir aussi bien en France qu'à l'international.

Ceryx Traffic System offre une expertise complète et transversale grâce à ses quatre grandes familles de métiers, qui couvrent l'ensemble des aspects liés à l'organisation des circulations des différents modes de transport.

1. Déploiement de Solutions pour les Modes Actifs

- Aménagement de l'espace public
- Création de schémas directeurs cyclables
- Élaboration de plans de jalonnement cycles
- Déploiement de solutions de stationnement cycles
- Concertations publiques pour promouvoir l'usage des modes actifs
- Adaptation des carrefours aux modes actifs

2. Organisation des Déplacements et du Stationnement

- Études de déplacement, plans de circulation
- Études de stationnement, modélisation et simulation dynamique
- Études de trafic et d'impact
- Organisation de pôles multimodaux

3. Régulation des Circulations Urbaines

- Études de régulation de trafics tous modes
- Aménagement de carrefours à feux
- Stratégie de gestion des saturations
- Définition des fonctionnalités et assistance au déploiement de postes centraux
- Tests de solutions de détection innovantes et mise en œuvre de Proof of Concept (POC)

4. Insertion et Optimisation des Transports Collectifs

- Priorisation des transports en commun, Réalisation des dossiers de sécurité du sous-système SLT
- Validation usine et sur site des matériels
- Conception d'aménagements favorables aux transports en commun (sites propres, voies d'approche)
- Assistance aux essais, réglages en laboratoire et sur site
- Maintenance de lignes

Le bureau d'études s'engage à fournir des solutions innovantes et adaptées aux besoins des collectivités, contribuant ainsi à une mobilité urbaine plus fluide, durable et sécurisée. Pour mieux comprendre le travail et les objectifs de CeRyX Traffic System, je vais maintenant expliciter les quatre grands domaines que je viens de citer dans les sous-parties suivantes.

2.2 Déploiement de solutions pour les modes actifs

Les mobilités douces sont aujourd'hui largement plébiscitées en réponse aux crises sanitaire et énergétique, ainsi qu'au changement climatique. Ces défis obligent les collectivités à repenser les déplacements sur leur territoire, en trouvant des solutions alternatives et individuelles plus respectueuses de l'environnement. Ceryx Traffic System accompagne les collectivités dans cette transition, en adoptant une approche globale et réfléchie de l'aménagement des espaces publics.

L'entreprise met un point d'honneur à intégrer les aspects sécuritaires et normatifs indispensables à la circulation des modes actifs. Cette réflexion inclut une évaluation des aménagements existants, tout en prenant en compte les caractéristiques et spécificités du territoire d'étude. Chaque recommandation faite par Ceryx Traffic System vise à assurer l'accessibilité pour les Personnes à Mobilité Réduite (PMR) et les Personnes Aveugles et Malvoyantes, ainsi qu'à optimiser les capacités des intersections pour gérer l'ensemble des usagers, incluant les transports en commun, les véhicules particuliers et les modes actifs.

Un des objectifs principaux de Ceryx Traffic System est d'encourager le recours aux modes actifs. Pour ce faire, l'entreprise soutient les collectivités dans la mise en œuvre de leur schéma directeur des mobilités et initie une nouvelle manière de penser les déplacements urbains. En proposant des aménagements adaptés, des solutions de stationnement vélos à proximité des pôles d'attractivité, et une signalisation dédiée, Ceryx Traffic System vise à faciliter et sécuriser l'usage des modes actifs.

L'aménagement de l'espace public est central dans l'approche de Ceryx Traffic System. L'entreprise se consacre à la création et à la pérennisation d'aménagements favorables aux modes actifs, ainsi qu'à l'audit de sécurité et à la mise aux normes des infrastructures existantes. Cela inclut la remise en question des sens de circulation et le partage de l'espace public pour un usage équitable entre les différents modes de déplacement.

Dans le cadre de la mise en place de schémas directeurs cyclables, Ceryx Traffic System réalise un diagnostic de l'aménagement actuel, identifie les besoins et enjeux, et crée un maillage cyclable harmonisé. La suppression des discontinuités, la sécurisation des carrefours à feux, et l'élaboration de fiches action sont des étapes clés de ce processus. Une budgétisation et un phasage de la mise en œuvre permettent de structurer et de planifier ces initiatives.

Le déploiement de solutions de stationnement cyclable est également une priorité pour Ceryx Traffic System. Une étude approfondie du territoire, incluant une analyse quantitative et qualitative de l'existant, permet de définir les besoins en matière de stationnement. L'identification des pôles d'attractivité et des principaux itinéraires cyclables, ainsi que la définition de la typologie des besoins en fonction des usages, sont essentielles pour dimensionner les infrastructures adéquates.

L'animation de concertations publiques est une autre composante majeure des projets de Ceryx Traffic System. En gérant des ateliers participatifs et en promouvant la pédagogie en faveur des modes actifs, l'entreprise encourage la participation citoyenne et soutient les démarches de développement durable, telles que le "Plan de Déplacement Etablissements Scolaires".

Enfin, l'intégration des modes actifs dans les carrefours à feux fait l'objet d'une réflexion approfondie. Ceryx Traffic System travaille sur les traversées piétonnes et cycles, la signalisation verticale dédiée, et la continuité cyclable dans les carrefours. L'objectif est de partager la voirie de manière équitable entre les différents modes de déplacement, en tenant compte de l'espace disponible et en intégrant les aménagements cyclables dans le fonctionnement global des carrefours. Ceryx Traffic System s'efforce ainsi de définir des itinéraires cyclables cohérents, avec une signalisation claire et identifiable, afin de créer un réseau harmonisé et sécurisé pour les usagers. Ces initiatives visent à encourager l'utilisation des modes actifs et à contribuer à une mobilité urbaine plus durable et respectueuse de l'environnement.

2.3 Etudes et plans de circulation

De nombreuses raisons contraignent la qualité de vie des habitants en zone urbaine. La tendance du « mieux vivre en ville » est plus que jamais au cœur des préoccupations des collectivités. Pour répondre à ces défis, Ceryx Traffic System, fort de plus de 20 ans d'expérience en étude de mobilité, propose une gamme étendue de services spécifiques visant à améliorer la qualité de vie urbaine.

Ceryx Traffic System intervient en amont des projets de mobilité pour conseiller et accompagner les collectivités dans la définition de leur plan de mobilité. Cette intervention débute par une analyse approfondie du périmètre d'étude, suivie d'une évaluation des usages de mobilité du territoire. En fonction des besoins, des moyens et des objectifs de la collectivité, l'entreprise propose un plan d'actions cohérent et efficace. L'accompagnement se poursuit avec la conceptualisation globale du projet et la simulation des préconisations permettant de visualiser les incidences des recommandations.

L'un des objectifs majeurs de Ceryx Traffic System est de favoriser le report modal vers des modes de transport plus durables. Pour cela, l'entreprise anticipe les besoins futurs des populations en matière de déplacements et accompagne les collectivités dans le changement des pratiques de mobilité. Une attention particulière est portée à l'estimation de l'impact des pôles générateurs de trafic, tels que les zones d'aménagement concerté (ZAC). L'accréditation OPQIBI, obtenue par Ceryx Traffic System pour ses activités d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage en technique et ses études de trafic, atteste de la qualité et de la fiabilité de ses services. Cette homologation certifie que l'entreprise dispose de références sérieuses ainsi que des ressources humaines et matérielles suffisantes pour mener à bien les missions confiées.

Dans le cadre des études et plans de circulation, Ceryx Traffic System vise à organiser la cohabitation des différents modes de déplacement sur l'espace urbain. Les projets d'urbanisation et la mise aux normes des aménagements de voirie sont pris en compte pour assurer une circulation fluide et sécurisée.

Les études de trafic, quant à elles, mettent en évidence les comportements de déplacement sur un secteur défini. Ceryx Traffic System analyse les flux de circulation, les capacités d'absorption des voiries et des intersections, en prenant en compte les projets futurs générateurs de trafic. La modélisation et la simulation dynamique permettent de reproduire le fonctionnement existant et d'intégrer différents scénarios pour identifier les solutions les mieux adaptées aux objectifs des collectivités.

La création de pôles multimodaux est une autre spécialité de Ceryx Traffic System. L'entreprise soutient les initiatives des collectivités pour un meilleur partage de l'espace entre les différents modes de déplacement. En identifiant les enjeux et en analysant les besoins, Ceryx Traffic System optimise le fonctionnement des pôles multimodaux.

L'optimisation des zones de stationnement est également au cœur des services offerts par Ceryx Traffic System. L'entreprise propose des politiques de gestion du stationnement, reconfigure les espaces de stationnement pour se conformer aux normes réglementaires et répond aux objectifs spécifiques des collectivités, comme le stationnement saisonnier ou la libération du centre-ville.

Enfin, les études d'impact menées par Ceryx Traffic System analysent les effets des trafics générés par de nouveaux projets sur le réseau routier. Ces études permettent d'anticiper les impacts, de vérifier les capacités de fonctionnement en situation future et de proposer des aménagements optimisés. Les solutions sont analysées et comparées pour aider à la prise de décision de la Maîtrise d'Ouvrage. En conclusion, Ceryx Traffic System s'efforce de fournir des solutions innovantes et adaptées aux défis de la mobilité urbaine. Grâce à son expertise, son expérience et ses accréditations, l'entreprise joue un rôle déterminant dans l'amélioration de la qualité de vie en milieu urbain.

2.4 Régulation des trafics

L'augmentation des déplacements et la diversité des modes de transport en milieu urbain nécessitent la mise en œuvre de stratégies de régulation efficaces. Ceryx Traffic System accompagne les collectivités dans cette tâche, depuis l'installation de carrefours à feux jusqu'à la mise en place d'une gestion centralisée des trafics sur l'ensemble du territoire.

Ceryx Traffic System élabore ses recommandations en fonction des besoins spécifiques du Maître d'Ouvrage. La connaissance approfondie des technologies et matériels, associée à une expertise en aménagement urbain, permet à l'entreprise de s'adapter aux exigences variées de ses clients. À partir des données de terrain et des projections de trafic, Ceryx engage une réflexion approfondie avec la maîtrise d'ouvrage pour déterminer les stratégies de régulation les plus appropriées, en tenant compte des impacts techniques et financiers.

Chaque carrefour est étudié en détail, incluant la répartition de l'espace et les éléments fonctionnels et matériels. La mise en œuvre de postes centraux de régulation permet de coordonner et d'optimiser le fonctionnement des carrefours, assurant une gestion fluide et adaptée aux besoins réels du terrain. Les recommandations de Ceryx Traffic System intègrent tous les modes de déplacement, favorisant un partage équitable de l'espace public. Des systèmes de détection modale permettent d'ajuster les stratégies de régulation en temps réel, en fonction des conditions de trafic observées.

Les objectifs de Ceryx Traffic System en matière de régulation du trafic incluent la mise en œuvre de stratégies en temps réel adaptées aux conditions de circulation, la création d'un observatoire des déplacements pour tous les modes de transport, et la prise en compte des modes actifs dans les carrefours à feux. L'entreprise s'efforce également de prioriser les transports en commun, d'informer les usagers des conditions de circulation, et de réorienter les trafics pour optimiser le fonctionnement des carrefours complexes. La télésurveillance des équipements est mise en place pour garantir leur disponibilité et efficacité.

Ceryx Traffic System dispose de l'expertise nécessaire pour intervenir à toutes les étapes du projet, que ce soit en Assistance à Maîtrise d'Ouvrage, Maîtrise d'œuvre, ou en réalisation. Les postes centraux de régulation des trafics, par exemple, sont conçus en définissant des plans de feux et en élaborant des stratégies spécifiques à chaque problématique. Les besoins en détection sont étudiés minutieusement, et les mobilités actives sont intégrées dans les plans de feux. La programmation des postes centraux assure une gestion coordonnée et efficace du trafic.

La gestion des saturations est un autre domaine clé pour Ceryx Traffic System. L'entreprise caractérise les situations de saturation, définit les technologies nécessaires et localise les détecteurs adéquats. Des solutions telles que la retenue en amont, la favorisation d'axes spécifiques, et l'information des usagers sont étudiées pour gérer au mieux les flux de trafic importants.

En termes d'assistance, Ceryx Traffic System comprend les besoins spécifiques de chaque projet, définit les fonctionnalités nécessaires, et prend en compte les matériels et réseaux existants. Une estimation financière détaillée du projet est réalisée, suivie d'un phasage précis de la mise en œuvre. La rédaction du dossier de consultation des entreprises (DCE), l'analyse des offres, le suivi de la réalisation sur le terrain, le développement et la validation des logiciels,

ainsi que l'assistance aux opérations de réception et en phase de garantie, sont tous pris en charge par Ceryx Traffic System.

Les études d'aménagement et de fonctionnement des carrefours à feux incluent le dimensionnement des carrefours, l'affectation des voies, l'implantation des équipements, la définition et le phasage des plans de feux, ainsi que l'étude de la capacité de fonctionnement des carrefours.

Enfin, Ceryx Traffic System explore constamment des solutions de détection innovantes et met en œuvre des Proof of Concept (PoC) pour évaluer leur efficacité. L'entreprise réalise des benchmarks des technologies et solutions innovantes, définit les protocoles d'essai, suit la mise en œuvre, et analyse les résultats pour garantir l'adoption des meilleures pratiques. Ainsi, Ceryx Traffic System offre une expertise complète et intégrée pour la régulation des trafics urbains, s'assurant que chaque projet de mobilité soit optimisé pour les besoins spécifiques des collectivités et de leurs usagers.

2.5 Insertion et optimisation des transports collectifs

CeRyX Traffic System joue un rôle central dans l'amélioration et l'optimisation des transports collectifs pour les collectivités locales. L'entreprise intervient aussi bien pour l'insertion de nouvelles lignes que pour l'amélioration de la circulation des lignes existantes, qu'il s'agisse de tramways, de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS), de bus classiques ou de trolleybus.

L'un des principaux aspects de notre intervention consiste en l'élaboration de solutions innovantes pour la gestion des intersections. En interne, CeRyX Traffic System a développé des algorithmes et des logiciels sophistiqués qui permettent de minimiser les temps de traversée des carrefours à feux, en prenant en compte les délais d'approche des transports en commun en temps réel. Une solution spécifique a également été conçue pour gérer les conflits aux intersections, en intégrant la signalisation routière et ferroviaire. En asservissant la signalisation ferroviaire à celle routière, nous simplifions la lecture des intersections et facilitons l'insertion des tramways.

Les objectifs de notre travail sont multiples. Tout d'abord, nous cherchons à améliorer la vitesse commerciale et la régularité des lignes de transport en minimisant les temps perdus. Cette optimisation favorise le report modal, encourageant davantage d'usagers à utiliser les transports en commun, ce qui contribue également à la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Nous diagnostiquons les besoins des usagers en termes d'implantation des arrêts et nous assurons que les transports en commun s'intègrent de manière optimale dans la circulation urbaine.

Le savoir-faire transversal de l'entreprise permet d'avoir une réflexion globale lors des préconisations puisqu'elle offre une expertise complète dans le fonctionnement des carrefours à feux, l'organisation des circulations pour tous les modes de transport et l'insertion des transports en commun.

Un aspect crucial du travail de l'entreprise est l'amélioration de la capacité des carrefours et l'intégration efficace de la priorité des transports en commun dans les intersections. Les temps perdus s'accumulent principalement entre les stations, souvent à cause de l'encombrement des intersections. Pour remédier à cela, le bureau d'études élabore des plans de

feux qui favorisent les transports en commun. Il recommande également des aménagements dédiés pour faciliter la circulation des transports en commun. Cela inclut la création de voies dédiées et de voies d'approche, comme des sites propres, des couloirs bus et des giratoires percés. Ces aménagements sont particulièrement nécessaires pour l'insertion des lignes de BHNS et la planification stratégique des arrêts.

CeRyX Trafic System produit des dossiers de sécurité pour les tramways, en conformité avec la réglementation sur la sécurité des transports publics guidés. Cela inclut la justification du niveau de sécurité du sous-système SLT, particulièrement lors de la modification de carrefours existants.

La maintenance des lignes de transport en commun est également un volet important de nos services. Notre objectif est de garantir les temps de parcours des transports en commun en détectant les chutes de priorité et en appliquant les corrections nécessaires sur le terrain ou en optimisant la programmation. Nous suivons périodiquement des indicateurs de performance et collaborons étroitement avec les exploitants pour anticiper les risques, fournissant conseils et assistance technique.

Enfin, la programmation et les essais sont des étapes essentielles pour garantir que les installations fonctionnent comme spécifié. Nous procédons à des essais de programmation en laboratoire et mettons en service les installations en phases de réglage, incluant des essais d'ensemble, des marches à blanc et la mise en exploitation.

Ainsi, CeRyX Trafic System apporte une expertise complète et une approche intégrée pour l'insertion et l'optimisation des transports collectifs, assurant une mobilité urbaine fluide, efficace et durable.

3. Etat de l'art

3.1 Optimisation des transports collectifs

L'insertion et l'optimisation des transports collectifs constituent un pilier essentiel de la planification urbaine durable. Avec l'urbanisation croissante et les défis environnementaux qui en découlent, les villes du monde entier cherchent à promouvoir des modes de déplacement collectifs efficaces et respectueux de l'environnement. Cette section présente un état de l'art sur les principaux aspects de l'insertion et de l'optimisation des transports collectifs, en mettant en lumière les recherches et les tendances actuelles dans ce domaine.

L'intégration harmonieuse des transports collectifs dans le tissu urbain est nécessaire pour assurer leur efficacité et leur attractivité. Des recherches telles que celles de Cervero et al. (2018) ont souligné l'importance de concevoir des réseaux de transport qui répondent aux besoins des habitants tout en minimisant les nuisances environnementales. Cela implique non seulement de développer des infrastructures de qualité, mais aussi de veiller à leur accessibilité et à leur sécurité.

L'optimisation des itinéraires et des services de transport collectif est un autre aspect crucial de leur efficacité. Des études comme celles de Ibarra-Rojas et al. (2020) ont examiné l'impact de différentes stratégies d'optimisation, telles que l'ajustement des fréquences et des horaires, sur la satisfaction des usagers et la performance globale du système. Ces recherches

mettent en évidence l'importance de prendre en compte les besoins et les préférences des usagers lors de la planification des services de transport.

Les progrès technologiques offrent de nouvelles opportunités pour optimiser les transports collectifs. Des systèmes de gestion de flotte intelligents aux applications mobiles pour les usagers, les innovations technologiques contribuent à améliorer l'efficacité opérationnelle et l'expérience des passagers. Des études comme celles de Cathey et al. (2019) ont examiné l'impact des technologies émergentes sur la gestion des transports collectifs et ont identifié les meilleures pratiques pour leur mise en œuvre.

L'intégration multimodale, qui permet aux usagers de combiner différents modes de transport au sein d'un même trajet, gagne en importance dans la planification des transports collectifs. Des recherches telles que celles de Viegas et al. (2019) ont examiné les défis et les opportunités liés à l'intégration des transports collectifs avec d'autres modes de déplacement, tels que le vélo, la marche et les véhicules en libre-service. Ces études soulignent l'importance de développer des infrastructures et des services qui favorisent la complémentarité entre les différents modes de transport. L'insertion et l'optimisation des transports collectifs sont des éléments essentiels de la mobilité urbaine durable. En s'appuyant sur les recherches et les pratiques exemplaires dans ce domaine, les villes peuvent développer des réseaux de transport efficaces, accessibles et respectueux de l'environnement, contribuant ainsi à améliorer la qualité de vie des habitants et à relever les défis de la croissance urbaine.

3.2 Stratégies de déploiement des modes actifs pour une mobilité urbaine durable

Les modes actifs, comprenant principalement la marche et le vélo, ont suscité un regain d'intérêt significatif ces dernières années en raison de leur faible empreinte carbone, de leur impact positif sur la santé et de leur contribution à la réduction de la congestion.

Les recherches menées par Pucher et Buehler (2017) ont mis en évidence l'importance de promouvoir les modes actifs pour réduire la congestion routière, diminuer les émissions de gaz à effet de serre et améliorer la santé publique. Leur étude a révélé que les villes qui investissent dans des infrastructures favorables à la marche et au vélo connaissent une augmentation significative de l'utilisation de ces modes de transport, ainsi qu'une réduction des maladies cardiovasculaires et respiratoires liées à la pollution de l'air.

L'aménagement d'infrastructures adaptées joue un rôle important dans la promotion des modes actifs. Les recherches de Handy et al. (2018) ont souligné l'importance de concevoir des trottoirs sûrs et des pistes cyclables bien entretenues pour encourager les déplacements à pied et à vélo. De plus, des études comme celles de Goodman et al. (2019) ont montré que l'installation d'équipements tels que des supports à vélos sécurisés et des stations de réparation peut également favoriser l'utilisation du vélo comme mode de transport quotidien.

Les politiques et stratégies de promotion des modes actifs sont essentielles pour encourager leur adoption à grande échelle. Les travaux de Fishman et Schepers (2020) ont examiné l'efficacité de différentes mesures, telles que les campagnes de sensibilisation, les incitations financières et les programmes d'éducation, dans la promotion de la marche et du vélo. Leur recherche a souligné l'importance de combiner ces approches pour atteindre un impact maximal.

L'intégration efficace des modes actifs avec les transports en commun peut améliorer la connectivité et l'accessibilité du réseau de transport urbain dans son ensemble. Les études de De Nazelle et al. (2021) ont examiné les avantages de cette intégration, mettant en évidence la manière dont elle peut encourager les déplacements multimodaux et réduire la pression sur les réseaux de transport routier.

Le déploiement de solutions pour les modes actifs représente un domaine clé de la planification urbaine durable. En investissant dans des infrastructures adaptées, en mettant en œuvre des politiques de promotion efficaces et en favorisant l'intégration avec d'autres modes de transport, les villes peuvent encourager une transition vers des modes de déplacement plus durables et améliorer la qualité de vie de leurs habitants.

3.3 Comprendre et optimiser la mobilité urbaine

Les études et plans de circulation jouent un rôle fondamental dans la planification urbaine et la gestion des infrastructures routières. Elles permettent de comprendre les schémas de déplacement des populations, d'analyser les flux de trafic, et de proposer des solutions adaptées pour améliorer la fluidité et la sécurité des déplacements.

Les études de circulation sont essentielles pour la planification et l'optimisation des réseaux routiers. Elles fournissent des données capitale sur les volumes de trafic, les points de congestion, et les comportements des usagers de la route. Akcelik (2019) souligne que l'analyse des flux de trafic et la modélisation des déplacements sont indispensables pour concevoir des infrastructures routières efficaces et sécurisées. En utilisant des modèles de simulation, il est possible de prédire les impacts des modifications des infrastructures et d'évaluer différentes solutions avant leur mise en œuvre.

La modélisation du trafic est un outil clé dans les études de circulation. Elle permet de reproduire les conditions de circulation actuelles et de simuler les effets de diverses interventions. Des auteurs comme Vlahogianni et al. (2020) ont exploré les avancées en modélisation du trafic, mettant en évidence l'importance de l'utilisation de modèles dynamiques qui intègrent des variables temporelles et spatiales. Ces modèles permettent de mieux comprendre les interactions complexes entre différents types de véhicules et les conditions de circulation, facilitant ainsi la prise de décision pour les planificateurs urbains.

L'évaluation de l'impact des infrastructures routières est une composante cruciale des études de circulation. Elle permet de mesurer les effets des nouvelles constructions ou des modifications sur les flux de trafic et la sécurité routière. Une étude menée par Litman (2021) a montré que les infrastructures bien planifiées peuvent réduire significativement les congestions et améliorer la qualité de vie urbaine. Par exemple, l'ajout de voies réservées aux bus et aux vélos peut non seulement décongestionner les routes principales mais aussi encourager l'utilisation de modes de transport plus durables.

Les intersections sont souvent des points névralgiques dans les réseaux routiers, où les risques d'accidents et de congestion sont élevés. Des études comme celles de Papageorgiou et al. (2018) ont examiné les techniques d'optimisation des intersections, telles que la synchronisation des feux de signalisation et l'implantation de giratoires. Ces recherches montrent que des intersections bien conçues et gérées peuvent réduire les temps d'attente, améliorer la fluidité du trafic, et diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

L'intégration multimodale, qui permet une transition fluide entre différents modes de transport, est de plus en plus reconnue comme une stratégie efficace pour améliorer la mobilité urbaine. Des chercheurs comme Banister (2020) ont étudié les avantages de la planification intégrée, qui prend en compte les interactions entre les voitures, les transports en commun, les vélos et les piétons. Ces études montrent que l'intégration des modes de transport peut optimiser l'utilisation de l'espace urbain, réduire les encombrements et promouvoir une mobilité plus durable.

L'implication des citoyens dans les processus de planification et de décision est essentielle pour la réussite des projets de circulation. Une étude de Arnstein (1969) sur l'échelle de la participation citoyenne reste pertinente, soulignant que la participation active des usagers conduit à des solutions plus acceptées et adaptées aux besoins réels. Plus récemment, des recherches de Innes et Booher (2018) ont démontré que les ateliers de concertation et les enquêtes publiques sont des outils efficaces pour recueillir les avis des citoyens et ajuster les plans de circulation en conséquence.

Les avancées technologiques offrent de nouvelles opportunités pour les études et plans de circulation. Les systèmes de transport intelligents (ITS) et les technologies de détection en temps réel permettent une gestion plus réactive et efficace du trafic. Une étude de Wang et al. (2019) a exploré l'utilisation de l'intelligence artificielle et des big data pour la gestion des flux de trafic, montrant que ces technologies peuvent améliorer la précision des prévisions de trafic et l'efficacité des interventions.

Les études et plans de circulation sont des outils indispensables pour la gestion efficace des infrastructures routières et la promotion de la mobilité durable. En intégrant des techniques de modélisation avancées, en évaluant soigneusement l'impact des infrastructures, et en favorisant la participation publique, les planificateurs urbains peuvent concevoir des solutions qui répondent aux besoins des usagers et contribuent à des environnements urbains plus sûrs et plus fluides. Les innovations technologiques continueront à jouer un rôle clé dans l'optimisation des réseaux de transport, facilitant une transition vers des villes plus durables et résilientes.

3.4 Régulation des trafics : vers une fluidité et sécurité optimale en milieu urbain

La régulation des trafics urbains est essentielle pour améliorer la fluidité et la sécurité des déplacements dans les zones densément peuplées. Avec l'augmentation constante du nombre de véhicules sur les routes, les villes doivent adopter des stratégies et technologies avancées pour gérer efficacement les flux de trafic.

Les Systèmes de Gestion du Trafic Intelligents (SGTI) jouent un rôle déterminant dans la régulation moderne des trafics. Ces systèmes utilisent des technologies avancées telles que les capteurs, les caméras, et les algorithmes de traitement des données pour surveiller, analyser, et contrôler le flux de trafic en temps réel. Zhang et al. (2020) ont démontré que l'adoption de SGTI peut significativement réduire les temps de trajet, les émissions de CO₂, et le nombre d'accidents de la route. Leur étude a mis en évidence l'efficacité des SGTI dans la gestion proactive des conditions de trafic, en permettant des ajustements dynamiques des feux de signalisation et des itinéraires de déviation en fonction des conditions de circulation en temps réel.

La modélisation et la simulation du trafic sont des outils essentiels pour comprendre et prédire les schémas de déplacement. Ces méthodes permettent de tester différents scénarios de

gestion du trafic avant leur mise en œuvre dans le monde réel. Akcelik (2019) souligne l'importance de ces techniques pour concevoir des infrastructures routières efficaces et sécurisées. Les modèles de simulation, comme les modèles microscopiques, offrent une vision détaillée des interactions entre les véhicules, ce qui est crucial pour évaluer l'impact potentiel de nouvelles infrastructures ou de modifications des règles de circulation.

L'optimisation des feux de signalisation est une approche classique mais toujours pertinente pour améliorer la régulation du trafic. Des études récentes ont exploré l'utilisation d'algorithmes d'optimisation pour synchroniser les feux de signalisation de manière à minimiser les temps d'attente et à maximiser le flux de trafic. Li et al. (2018) ont montré que l'application d'algorithmes génétiques pour l'optimisation des cycles de feux peut améliorer significativement la fluidité du trafic et réduire les congestions aux heures de pointe.

L'intégration des véhicules autonomes dans les systèmes de régulation du trafic est une perspective prometteuse pour l'avenir. Les véhicules autonomes, équipés de technologies de communication véhicule-à-infrastructure (V2I), peuvent recevoir des informations en temps réel sur les conditions de trafic et ajuster leur comportement en conséquence. Chen et al. (2021) ont exploré les impacts potentiels des véhicules autonomes sur la régulation du trafic et ont conclu que ces véhicules peuvent améliorer la fluidité du trafic et réduire les accidents grâce à une meilleure coordination et des réactions plus rapides aux conditions changeantes.

La gestion de la demande de transport est une stratégie qui vise à réduire la congestion en influençant les choix de déplacement des usagers. Cette approche comprend des mesures telles que la tarification de congestion, les incitations pour les transports en commun, et la promotion des modes de transport alternatifs comme le covoiturage et le vélo. Goodwin (2017) a montré que la gestion de la demande peut être particulièrement efficace pour réduire les volumes de trafic pendant les périodes de pointe, contribuant ainsi à une circulation plus fluide et à une diminution des émissions polluantes.

La surveillance du trafic en temps réel et la diffusion d'informations aux usagers sont des composants essentiels de la régulation moderne des trafics. Les technologies de surveillance, telles que les caméras de circulation et les capteurs de débit, fournissent des données précises et actualisées sur les conditions de circulation. Les systèmes d'information en temps réel, accessibles via des applications mobiles et des panneaux d'affichage dynamiques, permettent aux conducteurs de prendre des décisions éclairées sur leurs itinéraires. Patella et al. (2018) ont démontré que la fourniture d'informations en temps réel peut réduire les temps de trajet et améliorer l'expérience globale des usagers de la route.

La régulation des trafics urbains est un domaine complexe qui nécessite une combinaison de technologies avancées, de modélisation précise, et de stratégies de gestion de la demande. Les études récentes mettent en lumière l'importance des Systèmes de Gestion du Trafic Intelligents, de l'optimisation des feux de signalisation, de l'intégration des véhicules autonomes, et de la surveillance en temps réel pour améliorer la fluidité et la sécurité des déplacements en milieu urbain. En adoptant ces approches et en s'appuyant sur les recherches scientifiques, les villes peuvent développer des solutions de régulation du trafic plus efficaces et durables, contribuant ainsi à une meilleure qualité de vie pour leurs habitants.

4. Missions de stage et projets reposant sur l'activité du bureau d'études

4.1 Introduction

Pendant mon stage au sein du bureau d'études, je n'ai pas été affecté à un seul et même projet, mais j'ai eu l'opportunité de travailler sur plusieurs projets diversifiés, tous reposant sur les activités du bureau. Parmi ces projets, j'ai notamment travaillé sur le développement des voies lyonnaises, un réseau de pistes cyclables et le déploiement de nouvelles lignes de bus à Grenoble. J'ai également participé à des travaux de terrain de manière plus occasionnelle. Quel que soit le projet, un point commun les reliait : ils portaient tous sur des carrefours à feux.

Dans cette partie de mon rapport, je vais détailler mes missions de stage, en expliquant non seulement ce que j'ai fait, mais aussi les différentes phases et l'organisation de ces projets. Je mettrai en lumière les compétences que j'ai acquises et les défis que j'ai relevés au cours de ces missions.

4.2 Chronocar

4.2.1 Contexte du projet

Le client de ce projet est le Syndicat Mixte des Mobilités de l'Aire Grenobloise (SMMAG), soit le gestionnaire des transports en commun de l'agglomération de Grenoble. Le SMMAG souhaite équiper la future ligne Chronocar, une ligne de car gérée comme une ligne de bus avec des horaires fixes, en priorité bus. Cette ligne débutera au centre de Grenoble et se dirigera vers l'est, presque jusqu'à Chambéry. Le SMMAG gère également des lignes allant jusqu'à Chambéry pour assurer la cohésion des territoires, même si cela implique de couvrir des zones au-delà du département de l'Isère.

Pour ce projet, le client nous a fourni un fichier Google Earth indiquant les carrefours le long de cette future ligne de car. L'objectif était de réaliser un devis d'étude à partir de ces données initiales. La mission consistait à vérifier et recenser tous les carrefours à feux le long du tracé proposé. Le devis établi servira à réaliser un diagnostic de chacun de ces carrefours afin d'identifier d'éventuels problèmes de conformité réglementaire des feux, notamment en termes de positionnement et de sécurité pour les usagers.

Les problèmes de conformité peuvent résulter de carrefours anciens, gérés par les communes, qui ont été installés selon des normes obsolètes et qui peuvent potentiellement présenter des dangers pour les usagers. Le diagnostic permettra également d'analyser le fonctionnement actuel des feux et de déterminer la possibilité de mettre en place une priorité bus pour améliorer les performances de la ligne Chronocar.

4.2.2 Mission

Ma mission a été de vérifier la véritable quantité de carrefours en retraçant l'intégralité de la ligne sur Google Earth et en recensant tous les carrefours à feux. La ligne est visible en rouge sur la figure ci-dessous, ce qui m'a permis de me repérer. Il était crucial de ne pas oublier de carrefours, car une fois le devis établi, il serait compliqué d'informer le client d'un nombre supérieur de carrefours non prévus initialement.

Le devis a pour but de faire un diagnostic de chaque carrefour à feux traversé par la future ligne Chronocar, afin de vérifier les problèmes de conformité réglementaire des feux. Il est important de s'assurer que les feux sont correctement positionnés selon les réglementations actuelles, car des feux mal positionnés peuvent potentiellement être dangereux pour les usagers du carrefour.

En réalisant ce diagnostic, nous analyserons également le fonctionnement actuel des feux pour évaluer la marge de manœuvre disponible. Cela inclut la mise en place d'une priorité bus afin d'estimer le gain de temps de parcours une fois la ligne mise en service. La ligne devrait être opérationnelle pour la rentrée 2024, car l'exploitant met à jour le graphisme de toutes les lignes deux fois par an, notamment avant septembre pour éditer les horaires. Le diagnostic devra donc être terminé courant juillet 2024.

L'objectif de cette ligne de car est de l'équiper en priorité avec un système de priorité aux feux, afin d'assurer de bonnes performances et de minimiser les temps d'attente aux carrefours. Cela garantira la régularité, réduira les temps d'attente aux feux, et rendra la ligne plus attractive pour les usagers, encourageant ainsi le report modal vers les transports en commun plutôt que l'utilisation de véhicules personnels.

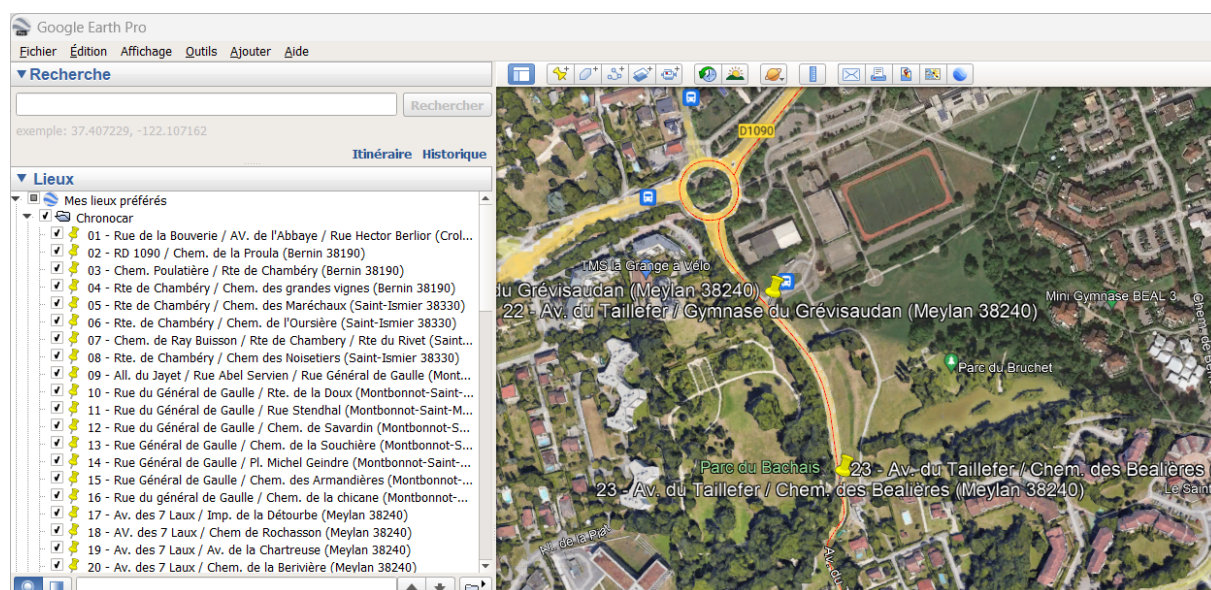


Figure 1 : Parcours de la Ligne Chronocar (en rouge) et Recensement des Carrefours à Feux (épingles jaunes) sur Google Earth

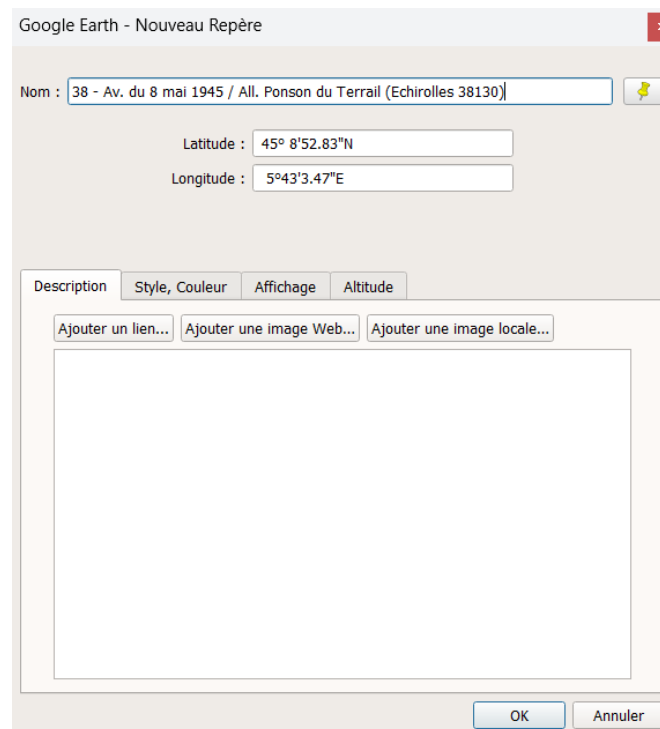


Figure 2 : Fenêtre Google Earth pour l'inscription des données du carrefour avec latitude, longitude, numéro et croisement des rues

4.3 Ajout du réseau : projet des voies lyonnaises

4.3.1 Contexte du projet

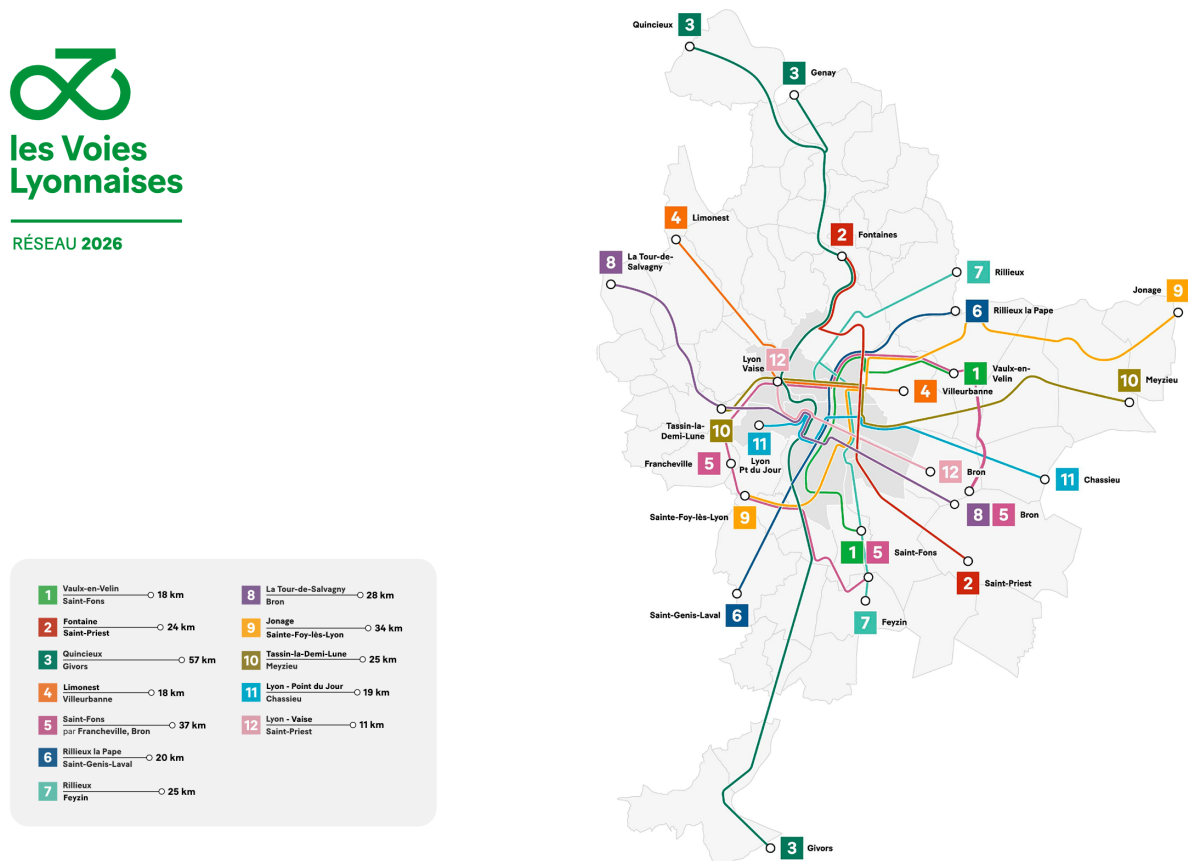
Le client final de ce projet sur lequel j'ai travaillé est la Métropole de Lyon. Le projet s'inscrit dans le cadre des "Voies Lyonnaises", un ambitieux réseau de transport cyclable conçu pour relier les communes périphériques au cœur de l'agglomération lyonnaise. Ce réseau comprendra 12 lignes qui formeront un véritable maillage de déplacements à vélo, sécurisés et adaptés.

La sécurité étant la priorité des cyclistes, qu'ils se déplacent pour des raisons professionnelles ou de loisirs, les Voies Lyonnaises offrent plusieurs avantages pour garantir des trajets sereins et confortables :

- **Pistes séparées** : Les voies cyclables seront distinctes de la route et des trottoirs, suffisamment larges pour permettre un croisement facile des cyclistes.
- **Itinéraires continus** : Les parcours seront continus, avec un minimum d'obstacles, desservant les destinations les plus fréquentées par les habitants.
- **Revêtements adaptés** : Les pistes seront revêtues de matériaux tels que l'enrobé, l'asphalte et le béton, offrant une surface de roulement optimale.
- **Équipements le long des tracés** : Des équipements tels que des postes de gonflage, des fontaines d'eau et des bordures hautes servant de repose-pieds aux intersections seront installés le long des itinéraires.

Le réseau des Voies Lyonnaises représentera 250 kilomètres en 2026, et 355 kilomètres en 2030. Un budget de 100 millions d'euros a été alloué à la réalisation de ce projet, adopté par

les élus métropolitains lors du vote de la programmation pluriannuelle des investissements en janvier 2021. Ce projet vise à offrir une infrastructure cyclable performante et attractive, facilitant l'accès aux usagers et encourageant un report modal vers des modes de transport plus durables



D'après l'illustration officielle de la Métropole de Lyon, révisée par la ville à vélo

Figure 3 : Réseau des voies lyonnaises. Source : Métropole de Lyon, 2022

Durant mon stage, j'ai été impliqué dans le projet de la Voie Lyonnaise 12, tel que représenté sur la figure ci-dessus. La Métropole de Lyon a choisi trois groupements de maîtrise d'œuvre pour travailler sur l'ensemble des Voies Lyonnaises. Le bureau d'études Ceryx Traffic System fait partie de deux de ces groupements : l'un avec Ingérop et l'autre avec Artelia. J'ai travaillé spécifiquement sur le groupement avec Ingérop qui est mandataire, où notre rôle était celui de sous-traitant.

En tant que sous-traitant d'Ingérop, notre mission couvrait l'ensemble de la maîtrise d'œuvre, depuis la conception jusqu'au suivi des études des travaux. Mon travail s'est principalement concentré sur un tronçon de la Voie Lyonnaise 12 où une voie de circulation automobile a été supprimée pour intégrer la piste cyclable. Cette modification a nécessité une révision complète du fonctionnement des carrefours, notamment en raison de l'ajout de nombreuses traversées piétonnes.

Outre la modification des carrefours existants, nous avons également dû concevoir de nouveaux carrefours à feux pour réguler efficacement le flux de véhicules, en particulier aux heures de pointe où la circulation est dense. Certains passages piétons du tronçon sur lequel j'ai travaillé étaient particulièrement longs, atteignant jusqu'à 12 mètres, ce qui a ajouté une

complexité supplémentaire à la gestion du trafic. Par conséquent, les cycles de feux de tous les carrefours ont dû être recalibrés pour garantir une circulation fluide et sécurisée.

Une particularité importante concerne les carrefours traversés par le tramway : toute modification de ces carrefours doit être validée par le Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés (STRMTG). Ce processus administratif, bien que nécessaire, peut être complexe et chronophage. La Métropole de Lyon entretient un lien direct avec le STRMTG, étant propriétaire de l'ensemble des carrefours de l'agglomération.

4.3.2 Mission

Ma tâche sur ce segment de la VL12 consistait à élaborer le schéma du réseau pour chaque carrefour à feux à l'aide du logiciel Zwcad, tel qu'illustré dans la figure ci-dessous. Le réseau est symbolisé par des lignes reliant les feux, tandis que les feux sont représentés par des blocs spécifiquement normés par la métropole de Lyon. Les feux roses signalent les feux existants déplacés, les feux verts les feux existants conservés, et les feux rouges ceux qui ont été supprimés. Le réseau bleu indique le réseau nouvellement créé, tandis que le vert désigne l'existant. Ce réseau est essentiel pour assurer le bon fonctionnement des cycles de feux en les alimentant. En raison des modifications apportées aux carrefours, il a été nécessaire de refaire entièrement ce réseau. Les liaisons du réseau sont connectées à des chambres qui assurent son alimentation et son bon fonctionnement, tandis que l'armoire constitue la source principale d'alimentation. J'ai donc dû, malgré les contraintes évoquées, dessiner le réseau reliant les feux pour l'ensemble du carrefour. Cela signifie que lorsque je devais connecter des feux noirs, indiquant qu'il s'agissait de nouveaux feux, j'ajoutais un réseau bleu représentant le nouveau réseau créé. Cette tâche m'a amené à travailler sur 32 carrefours du tronçon de la VL12. Ensuite, mon travail a été transmis au mandataire, c'est-à-dire Ingérop.

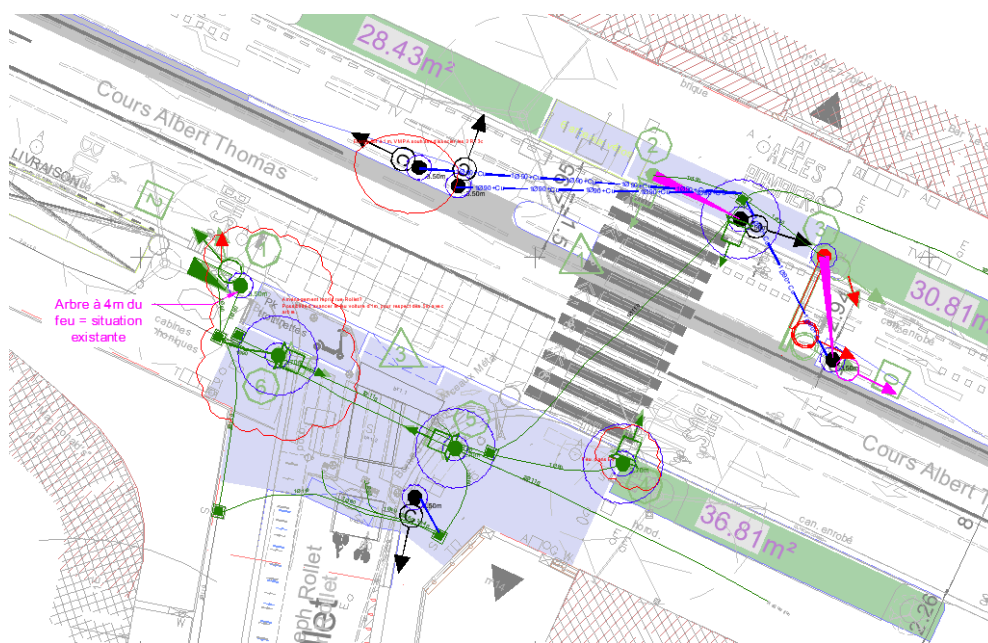


Figure 4 : Schéma du réseau des feux d'un carrefour sur ZWCAD

4.4 Observation et analyse du fonctionnement des carrefours à feux : travail de terrain

4.4.1 Mission

Cette mission s'est encore déroulée dans le cadre du projet des Voies Lyonnaises, expliqué précédemment. Cette fois, j'ai dû travailler spécifiquement pour la Voie Lyonnaise 8. Le but de cette mission était de tester le fonctionnement des carrefours en prévision des voies lyonnaises.

Mon objectif principal était de me rendre sur le terrain à Tassin-la-Demi-Lune, une banlieue située à l'ouest de Lyon, et d'observer le fonctionnement de deux carrefours à feux tricolores. La mission a été effectuée le 21 mai 2024, aux heures de pointe, c'est-à-dire à 8h et à 17h.

Pendant cette mission, j'avais plusieurs tâches à accomplir :

Observer les remontées de files : Je devais mesurer jusqu'où les files d'attente remontaient sur chaque branche du carrefour. Cette observation est cruciale pour comprendre les points de congestion et évaluer la capacité des carrefours à gérer les volumes de trafic durant les heures de pointe.

Évaluer l'efficacité des temps de feu vert : Je devais vérifier si la durée du feu vert permettait de faire écouler tous les véhicules en attente à chaque cycle. Cela inclut l'analyse des cas où, malgré le feu vert, les véhicules restaient bloqués en raison d'un embouteillage trop important. Cette situation peut survenir lorsque le carrefour aval est saturé, empêchant les véhicules d'avancer malgré le signal vert.

Observation des cycles de feu : Une autre tâche consistait à déterminer combien de cycles de feux étaient nécessaires pour qu'un véhicule en bout de file puisse passer le carrefour. Cette mesure aide à évaluer la fluidité du trafic et l'efficacité des cycles de feux tricolores.

Les observations faites lors de cette mission fourniront des données précieuses pour ajuster et optimiser les réglages des feux tricolores. Ces ajustements visent à améliorer la fluidité du trafic et à réduire les temps d'attente aux carrefours, en particulier dans le contexte du développement des Voies Lyonnaises.

4.4.2 Résultats

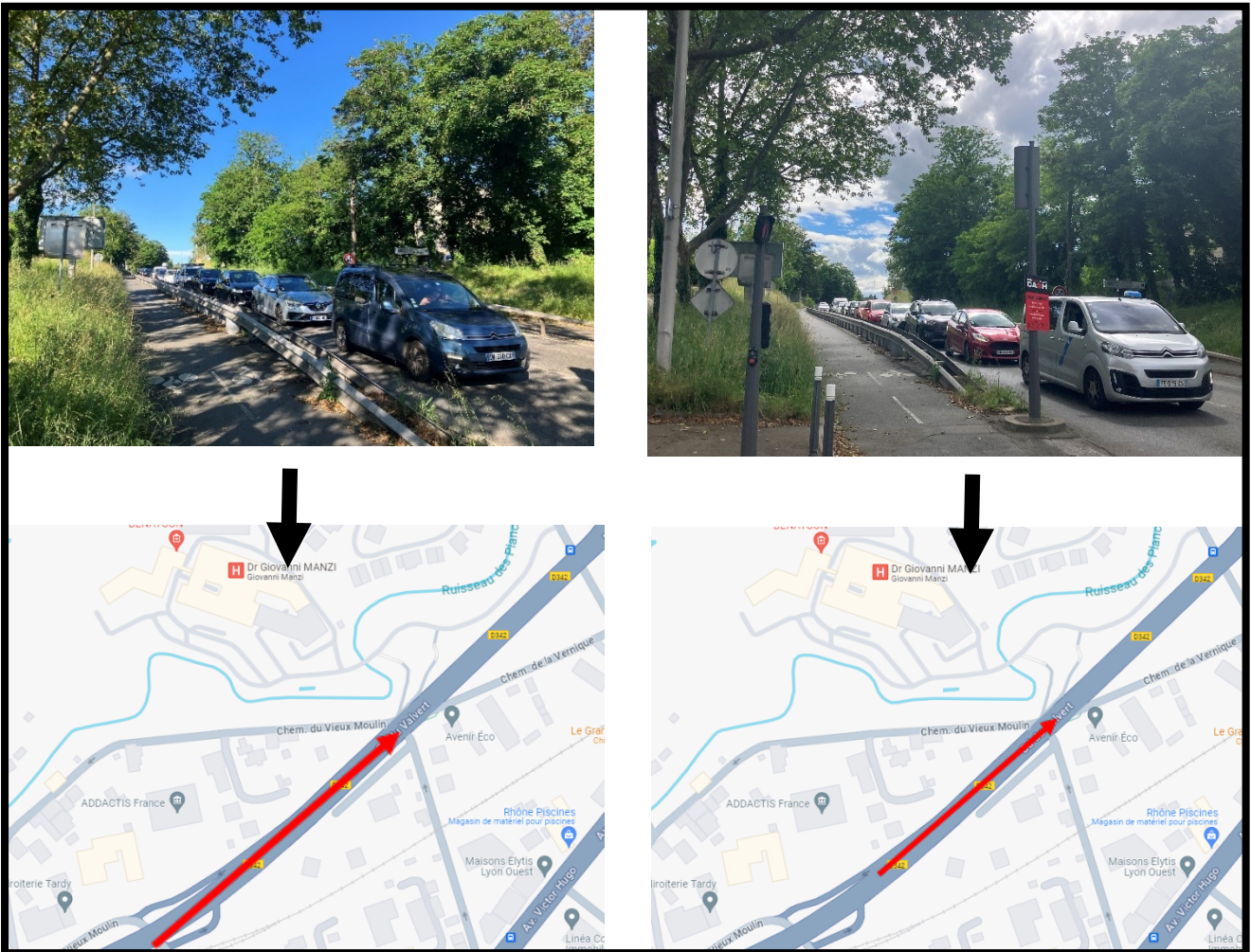


Figure 5 : Circulation sur la branche sud-ouest du boulevard du Valvert à un carrefour à Tassin-la-Demi-Lune aux heures de pointe (matin et après-midi) avec remontée des files de voitures représentée par les flèches rouges

Comme on peut le voir sur la figure ci-dessus, la circulation est très embouteillée sur la branche sud-ouest du boulevard du Valvert. En effet, même lorsque le feu est vert, les voitures restent parfois bloquées et ne bougent pas, que ce soit le matin ou l'après-midi. Il faut souvent attendre trois cycles de feu pour que les voitures situées en fin de file puissent passer. Plus tard dans la journée, le même constat s'impose : le boulevard est toujours embouteillé et la file de voitures s'étend plus loin que le matin. Il faut souvent quatre cycles de feu pour que les voitures puissent passer.

Le matin, j'ai observé cela pendant 15 minutes de 8h30 à 8h45, et l'après-midi pendant 15 minutes également, de 17h à 17h15. C'est un exemple représentatif de mes observations, mais j'ai répété cela sur toutes les branches des deux carrefours sur lesquels je devais travailler, et le constat était toujours le même : les carrefours étaient embouteillés, les voitures avaient besoin de 3 ou 4 cycles de feu pour passer, parfois même le feu vert ne permettait pas aux véhicules de passer car tout était bloqué, et l'après-midi, les carrefours étaient encore plus embouteillés que le matin.

En conclusion, cette mission a mis en lumière des problèmes significatifs de circulation aux carrefours observés, avec des embouteillages fréquents et prolongés, et une congestion plus importante en fin de journée. Ces constats soulignent la nécessité de revoir la gestion des feux de signalisation et d'envisager des solutions pour améliorer la fluidité du trafic à ces intersections clés.

4.5 Comparatif des offres

J'ai également été impliqué dans le processus des marchés publics. Fondamentalement, ce que j'ai effectué correspond à la phase ACT, qui englobe la rédaction de l'ensemble des documents techniques pour les carrefours à feux et l'analyse des offres pour la réalisation des travaux. Ainsi, Ceryx consulte des entreprises qui installent les équipements en effectuant les branchements, les mises en service, etc. Ensuite, dans leur mémoire technique qu'elles nous rendent, elles recommandent un matériel correspondant aux caractéristiques que nous avons définies dans le CCTP (Cahier des clauses techniques particulières). C'est une procédure des marchés publics classique.

Le détail quantitatif est le même, seule la variation des prix entre chaque entreprise diffère. Le prix varie en fonction des fournitures, du coût de la main-d'œuvre, des frais de fonctionnement, etc., donc de divers éléments qui entrent en jeu, ce qui explique les différences. Ce travail est divisé en deux parties : les prix et ensuite l'analyse des offres. Ma responsabilité concernait la partie des prix. La partie analyse des offres comprend également un mémoire technique détaillant le processus proposé et la manière dont il sera exécuté. C'est une procédure habituelle pour les marchés publics.

Après avoir recensé les prix et les avoir regroupés dans un tableau Excel, nous devons retenir l'offre économiquement la plus avantageuse, c'est-à-dire celle présentant la meilleure combinaison prix/technique via une grille de notation avec une pondération. À la fin, un classement est établi en fonction de plusieurs critères, et nous retenons l'offre économiquement la plus avantageuse conformément au tableau de classement des entreprises. Ce que j'ai réalisé, c'est compiler dans un fichier Excel tous les montants des entreprises pour vérifier dans la partie des analyses des offres s'il y avait des écarts significatifs entre elles. Parfois, cela peut être dû à une erreur, il est donc essentiel de rester vigilant

Numéro	Libellé et prix unitaire en toutes lettres Euros	Unité	SOCIETE LYONNAISE D'ECLAIRAGE			SERFIM		SOBECA		AXIMUM GES	
			Prix Unitaire en chiffres	Prix Unitaire en chiffres	Total HT	Prix Unitaire en chiffres	Total HT	Prix Unitaire en chiffres	Total HT	Prix Unitaire en chiffres	Total HT
1.00	Prix généraux										
1.1	Etudes d'executions des fonctionnements de carrefours sous le logiciel Diagramme 2 et plans SLT	fft/car	1 300,00 €	477,43 €	3 342,01 €	666,00 €	4 662,00 €	1 520,00 €	10 640,00 €	1 472,00 €	10 304,00 €
1.2	Gestion de projet (organisation des travaux, planning, réunions, cahier de recette...)	forfait	5 000,00 €	9 981,47 €	9 981,47 €	3 304,00 €	3 304,00 €	4 034,20 €	4 034,20 €	3 150,00 €	3 150,00 €
1.3	Programmation, essais, mise en service, recette et garantie d'un controleur de carrefour 16 lignes	fft/car	800,00 €	590,42 €	2 952,10 €	533,00 €	2 665,00 €	1 140,00 €	5 700,00 €	1 734,00 €	8 670,00 €
1.4	Programmation, essais, mise en service, recette et garantie d'un controleur de carrefour 24 lignes	fft/car	1 000,00 €	590,42 €	1 180,84 €	666,00 €	1 332,00 €	1 294,40 €	2 588,80 €	1 884,00 €	3 768,00 €
1.5	Reprise de programmation, Réglages et mises au point d'un contrôleur après mise en service	fft/car	500,00 €	176,01 €	1 232,07 €	200,00 €	1 400,00 €	427,50 €	2 992,50 €	729,00 €	5 103,00 €
1.6	Assurance qualité (P.A.Q)	forfait	1 500,00 €	155,96 €	155,96 €	394,00 €	394,00 €	768,40 €	768,40 €	650,00 €	650,00 €
1.7	PPSPS / SOGED	forfait	1 500,00 €	311,92 €	311,92 €	315,00 €	315,00 €	384,20 €	384,20 €	650,00 €	650,00 €
1.8	Rapport de conformité électrique	fft/car	200,00 €	260,20 €	1 821,40 €	518,00 €	3 626,00 €	593,80 €	4 156,60 €	690,00 €	4 830,00 €
1.9	Consuel	fft/car	300,00 €	224,75 €	0,00 €	69,00 €	0,00 €	309,80 €	0,00 €	167,00 €	0,00 €
1.10	Dossier des ouvrages exécutés	fft/car	2 000,00 €	320,83 €	2 245,81 €	400,00 €	2 800,00 €	883,00 €	6 181,00 €	295,00 €	2 065,00 €
1.11	Maintenance et astreinte SLT	mois	250,00 €	124,77 €	2 370,63 €	204,00 €	3 876,00 €	946,20 €	17 977,80 €	359,00 €	6 821,00 €
TOTAL PRIX GENERAUX €HT:					25 594,21 €		24 374,00 €		55 423,50 €		46 011,00 €

Figure 6 : Extrait du tableau Excel réalisé comparant les offres des 4 entreprises consultées

4.6 Priorité bus

Cette mission s'est encore déroulée dans le cadre de la mise en place des priorités bus sur des lignes de bus de Lyon. La métropole a défini des lignes de bus prioritaires pour ce projet. Notre client, la métropole de Lyon, a spécifié ces lignes de bus prioritaires afin d'améliorer l'efficacité du transport en commun dans des zones stratégiques.

L'objectif de ma mission était de référencer tous les carrefours sur lesquels passent les lignes de bus choisies par la métropole. Pour accomplir cette tâche, j'ai rempli des tableaux Excel, un par ligne de bus, avec tous les carrefours desservis par ces lignes. Les étapes de ce processus étaient les suivantes :

Utilisation de QGIS : Les noms des carrefours étaient trouvables dans une carte fournie par la métropole de Lyon, créée à l'aide du logiciel QGIS. Cette carte détaillait le nom des carrefours de la métropole de Lyon.

Compilation des Données : J'ai utilisé cette carte pour identifier et extraire les noms de chaque carrefour desservi par les lignes de bus prioritaires. Chaque nom de carrefour a ensuite été entré dans le fichier Excel correspondant à la ligne de bus concernée.

Organisation des Informations : Chaque tableau Excel contenait une liste exhaustive des carrefours pour une ligne de bus donnée, facilitant ainsi l'analyse et l'organisation des données pour la métropole.

Grâce à cette mission, nous avons pu créer une base de données précise et détaillée des carrefours desservis par les lignes de bus prioritaires. Ces informations sont essentielles pour la métropole de Lyon, car elles permettent de planifier et de mettre en place des priorités bus de manière plus efficace, en optimisant les trajets et en réduisant les temps d'attente pour les usagers des transports en commun.

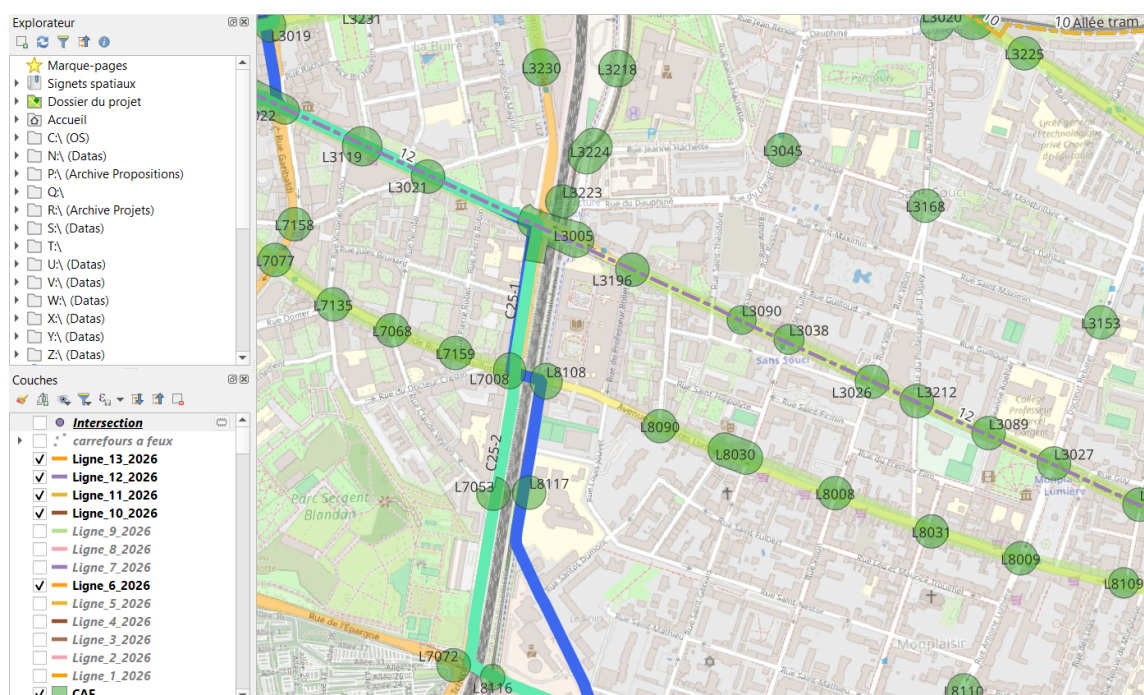


Figure 7 : Carte QGIS fournie par la métropole de Lyon référençant le noms des carrefours de la metropole

Carrefour C5 dir Rillieux	Num car	déjà équipé	interface
Achille Lignon - Raymond Poincaré	?	oui C1 C2	VL1
Raymond Poincaré - Route de Strasbourg	CL005	oui C1C2	corridor
Route de Strasbourg - Av de Poumeyrol	CL012		corridor
Route de Strasbourg - Chemin de Vassieux	CL040		corridor
Route de Strasbourg - Ancienne Route de Strasbourg	CL015		corridor
Route de Strasbourg - Panorama	CL014		corridor
Route de Strasbourg - Place de Crépieux	CL009		corridor
Route de Strasbourg - Av de l'Europe	RL018		corridor
Rte du Mas Rillier Zone d'activité	?		ZAC
Total : 9			
Carrefour C5 dir Lyon		déjà équipé	interface
Rt du Mas Rillier Zone d'activité	?		ZAC
Route de Strasbourg - Av de l'Europe	CL005		corridor
Route de Strasbourg - Place de Crépieux	CL009		corridor
Route de Strasbourg - Panorama	CL014		corridor
Route de Strasbourg - Ancienne Route de Strasbourg	CL015		corridor
Route de Strasbourg - Chemin de Vassieux	CL040		corridor
Route de Strasbourg - Av de Poumeyrol	CL012		corridor
Raymond Poincaré - Route de Strasbourg	CL005	oui C1C2	corridor
Achille Lignon - Raymond Poincaré	?	oui C1C2	VL1
Total : 9			

Figure 8 : Tableau de la ligne C5 (Rillieux – Lyon) regroupant l'ensemble des carrefours à feux desservit par la ligne

4.7 Aggrandissement de la ligne de tram T6

4.7.1 Contexte du projet

Depuis novembre 2019, la ligne T6 relie Debourg aux Hôpitaux Est. Son prolongement vers la Doua vise à desservir des pôles urbains majeurs et à boucler une première ligne de rocade de transports en commun à l'intérieur du périphérique lyonnais (boulevard Laurent Bonnevey). Le projet de prolongement du tram T6 sur le secteur Hôpitaux Est > La Doua s'inscrit dans la continuité du tram T6 mis en service fin 2019. Il permettra ainsi d'achever le bouclage de la première ligne de tramway en rocade, intérieure au périphérique.

Les principaux objectifs du prolongement de la ligne T6 sont les suivants :

Amélioration de l'offre de transports collectifs : Desservir et irriguer quatre des plus importants pôles urbains de l'agglomération : les Hôpitaux Est, la place Jules Grandclément, le quartier des Gratte-Ciel et le campus LyonTech La Doua – INSA Lyon.

Maillage du réseau de transports en commun : Créer une ligne de tramway en rocade ne nécessitant pas de passer par le centre de Lyon et en connexion avec l'ensemble des lignes fortes du réseau existant (métros A, B et D, tramways T1, T3, T4, Rhônexpress ainsi que la ligne C3) et futur (T9 et ligne Centre-Est).

Report modal : Favoriser le report modal de la voiture particulière vers les transports en commun pour une ville plus apaisée et moins polluée.

Comme pour tous les projets structurants de SYTRAL Mobilités, le prolongement de la ligne T6 s'accompagnera de plusieurs aménagements :

Requalification urbaine : Aménagements de façade à façade pour améliorer l'urbanisme le long du tracé.

Aménagements cyclables et piétons : Création d'aménagements cyclables et piétons sur l'ensemble de l'itinéraire. Le T6 viendra compléter le maillage cyclable en proposant des aménagements en cohérence avec les objectifs du Plan d'Actions pour les Mobilités Actives (PAMA) et en accord avec la loi LAURE, qui impose des itinéraires cyclables le long des tracés de tramway. Cela inclut également la création de cheminements piétons lisibles et confortables.

Le tracé de la ligne T6 fera l'objet de l'implantation de 11 stations. Leur positionnement, soumis à concertation, est issu d'études spécifiques pour respecter une proximité avec les équipements à desservir, garantir des vitesses commerciales pertinentes et permettre une connexion optimale avec les autres modes de transport.

Le prolongement de la ligne T6 constituera un véritable levier de développement urbain de l'est de l'agglomération en reliant de grands pôles d'activités et d'enseignement. Voici les principaux quartiers desservis :

Pôle hospitalier Lyon-Est : Un secteur d'emplois important avec le centre de santé qui réunit plus de 5 000 emplois et de nombreux étudiants.

Quartier Grandclément : Un secteur d'habitations et de commerces en pleine mutation et densification, porté notamment par le projet de ZAC Grandclément pour renforcer la vocation économique du quartier (Médipôle, activités liées à l'audiovisuel) et accueillir de nouveaux logements.

Projet urbain et centre de Villeurbanne : Un centre d'habitat et de commerces avec des caractéristiques majeures : développement du centre urbain, renforcement de la présence des commerces et création de nouveaux logements.

Pôle universitaire de la Doua : Un des campus majeurs de l'agglomération qui regroupe 30 000 personnes (dont 25 000 étudiants), en cours de modernisation avec l'ambition d'attirer de nombreuses entreprises et de créer de nouveaux emplois. Le projet de la ligne T6 Nord s'inscrit dans l'évolution de ce secteur afin d'offrir une liaison directe entre le Campus LyonTech La Doua – INSA Lyon et le cœur de Villeurbanne.

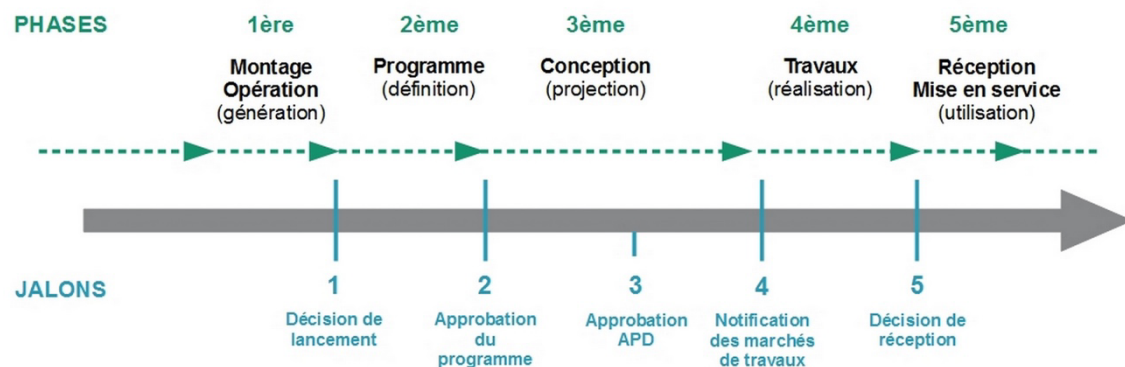


Figure 9 : Conduite de projet : les phases de la conduite d'opération

Comme l'illustre la photo ci-dessus, la phase de projet actuelle se situe entre la conception et les travaux. En effet, des travaux ont déjà commencé, mais la fin de la conception est encore en cours. C'est d'ailleurs ce sur quoi j'ai travaillé, et cela sera expliqué dans la sous-partie suivante.

4.7.2 mission réalisée

Le but de ma mission était de dessiner, sur le logiciel ZWCAD, les feux des carrefours desservis par le prolongement de la ligne de tram T6. En effet, avec l'ajout du tram, leur fonctionnement allait être modifié : il y a de nouveaux feux à installer, certains à supprimer, etc. Chaque signal de feu devait être dessiné selon la norme de la métropole. Pour savoir où placer les feux sur les carrefours, j'ai utilisé les XREF sur ZWCAD. Les XREF (références externes) sont des fichiers de dessin attachés à un dessin principal, permettant de visualiser et de travailler avec des dessins liés sans les incorporer définitivement.

Une fois les feux placés, j'ai ajouté les poteaux. La taille des poteaux variait selon le type de feu ou s'il y avait des caméras accrochées dessus. Les poteaux le long de la ligne de tram sont des poteaux fusibles pour éviter les accidents graves des conducteurs passant au rouge et se retrouvant écrasés dans leur voiture. Une fois les poteaux ajoutés au dessin, je les ai numérotés dans le sens des aiguilles d'une montre depuis l'armoire, et lorsqu'il s'agissait d'un poteau fusible, j'ajoutais un "F" à côté du numéro, comme illustré dans l'image ci-après. L'armoire sert à alimenter le réseau pour que les feux fonctionnent.

À la fin, j'ai noté les lignes de feux représentées par des triangles pour les passages piétons et des carrés pour les lignes de feux de tram et de voiture.

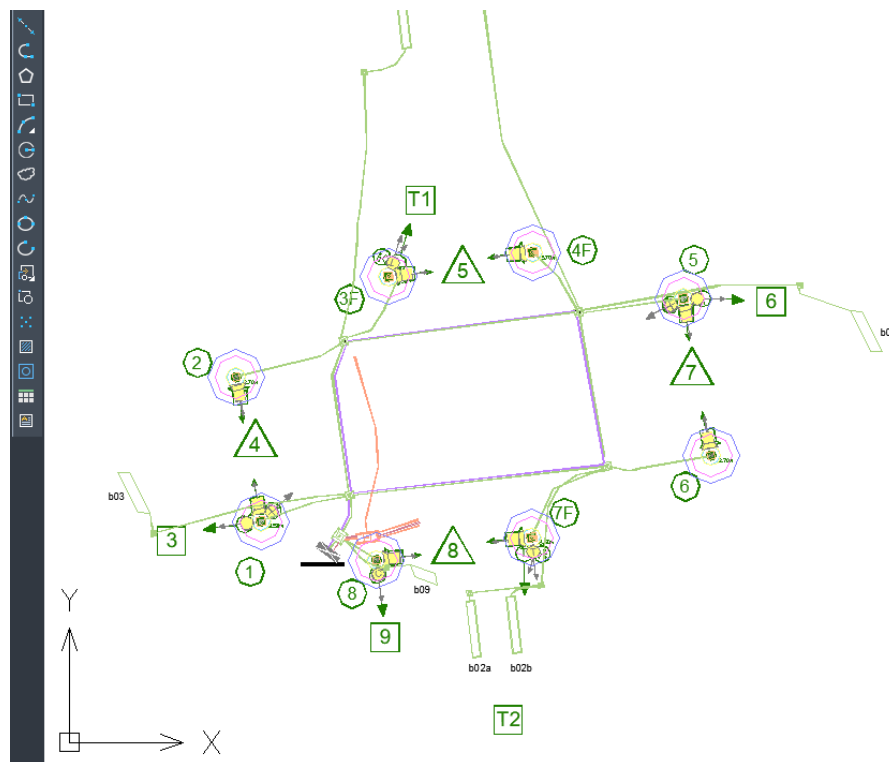


Figure 10 : Dessin des feux de signalisation et des poteaux pour le prolongement de la ligne de tram T6, réalisé sur ZWCAD

GRAND LYON
la métropole

Métro de l'ouvrage
Métropole de Lyon
Délégation Gestion et Exploitation de l'Espace Public
DIEM / Voirie Mobilité Patrimoine

Métro de l'ouvrage
Conception: EGIS
Réalisation: CITEOS

**AVENUE JEAN JAURES / RUE LOUIS BRAILLE
AVENUE ANTOINE DE SAINT EXUPERY**

VILLEURBANNE
VL082

RGF93 - CC48 Echelle : 1/250 Par: HDM Date: 29/01/24 Adresse N° VL082

VIA RESPONSABLE : Christophe COCOZZA
TEL 04.28.67.51.70

Indice **date** **Réf. mtc** **Equipe Projet**

A	29/01/2024	EXE T6N	CITEOS/SEA
B	JJ/MM/AA	...	...
C	JJ/MM/AA	...	...

LEGENDE

DENOMINATION	TYPE ET SYMBOLES	
Signaux tricolores R11v		
Signaux piétons R12		
DETECTEUR SANS FIL		
Signaux tricolores directionnels R14		
Signaux d'anticipation directionnels R16		
Signaux d'anticipation modaux R15		
Réseau U TRAM		
Exemples de Composition		
Réseau		
Support		
Capteurs		
Numérotation		

Figure 11 : Première de couverture du rendu et notre des signaux de la métropole de Lyon

5. Conclusion

La période de stage au sein du bureau d'études a été une expérience riche et formatrice, me permettant de mettre en pratique les connaissances acquises au cours de mes études et de développer de nouvelles compétences dans le domaine de l'ingénierie des transports urbains.

Le domaine du bureau d'étude m'a permis de comprendre l'importance des solutions innovantes pour répondre aux défis complexes liés à la mobilité urbaine. Le déploiement de solutions pour les modes actifs, les études et plans de circulation, ainsi que la régulation des trafics ont été au cœur de mon immersion professionnelle, me confrontant à des enjeux concrets de gestion des flux dans les espaces urbains.

Travailler sur divers projets m'a permis d'approfondir ma compréhension des stratégies d'optimisation des transports collectifs, des modes actifs pour une mobilité durable, ainsi que des techniques de régulation du trafic pour garantir fluidité et sécurité dans les villes.

Mes missions de stage ont été variées, du projet Chronocar à l'ajout du réseau des Voies Lyonnaises, en passant par l'observation et l'analyse du fonctionnement des carrefours à feux, j'ai eu l'opportunité de contribuer à des projets concrets visant à améliorer la mobilité urbaine. Le travail sur la priorité bus et l'agrandissement de la ligne de tram T6 à Lyon ont également été des expériences enrichissantes, me confrontant à des défis techniques et organisationnels stimulants.

Ce stage a été une étape décisive de mon parcours académique et professionnel, me permettant de développer des compétences techniques et transversales essentielles pour aborder les défis complexes de la mobilité urbaine.

Cependant, à mesure que je me plongeais dans ces missions, j'ai progressivement réalisé que le travail de bureau d'études, bien qu'essentiel dans la réalisation des projets d'infrastructures, ne comblait pas entièrement mes aspirations professionnelles. Les tâches administratives et techniques, bien que nécessaires, ne parvenaient pas à susciter en moi la même passion que les missions sur le terrain et l'analyse des problématiques concrètes.

C'est ainsi que, guidé par cette expérience et par une réflexion approfondie sur mes aspirations futures, j'ai pris la décision de poursuivre mes études en faisant un doctorat en sociologie urbaine.



POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Pierre Maeso
2023-2024

Étude d'aménagement et de dimensionnement des déplacements urbains

Résumé : Mon rapport de stage décrit mon immersion au sein d'un bureau d'études spécialisé dans l'ingénierie des transports urbains. J'ai contribué à divers projets visant à améliorer la mobilité urbaine, notamment le déploiement de solutions pour les modes actifs, la régulation des trafics, et l'optimisation des transports collectifs. J'ai également réalisé des missions sur le terrain, telles que l'observation et l'analyse du fonctionnement des carrefours à feux. Cette expérience m'a permis de développer des compétences techniques et transversales essentielles pour aborder les défis de la mobilité urbaine.

Mots Clés : transport, mobilité, tramway, priorité bus, trafic, ZWCAD, QGIS, optimisation, innovation, report modal

Ceryx Traffic System :
96 Boulevard Vivier Merle
69003 Lyon

Tuteur entreprise :
Cynthia Desoeuvre
Directrice d'agence

Tuteur académique :
Laura Verdelli