

## Exploitation optimale des couloirs aériens pour une nouvelle mobilité urbaine

Le thème de cette année m'oriente vers l'étude d'un système de transport urbain très peu commun voire inédit. Je souhaite axer mon TIPE sur l'organisation et les atouts de cette nouvelle mobilité puisque les villes posent inévitablement la problématique du transport.

Cette étude porte sur le développement de programmes informatiques permettant le bon fonctionnement d'un nouveau système de transport inspiré de Supraways. Les modélisations informatiques des couloirs aériens contribuent à une approche inédite du transport urbain. Ce sujet s'inscrit donc dans le thème : la ville.

### Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- INFORMATIQUE (*Informatique pratique*)
- INFORMATIQUE (*Informatique Théorique*)

### Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français)    Mots-clés (en anglais)

*Modélisation informatique*    *Computer modelling*

*Graphes*    *Graphs*

*Algorithme A\**    *A\* search algorithm*

*Programmation objet*    *Object oriented programming*

*Base de données*    *Database*

### Bibliographie commentée

Le thème *la ville* évoque de manière naturelle la question du transport urbain. Les villes ne cessent de se densifier et les systèmes de transports traditionnels sont alors pénalisés par la congestion urbaine. Ainsi la fluidité de la circulation est probablement un des plus gros problèmes qui se posent dans la gestion du trafic urbain. Cette complication entraîne d'une part des temps de parcours aléatoires voire plus longs et d'autre part une augmentation de la pollution loin d'être négligeable. Les moyens de transports actuels, qu'ils soient terrestres ou souterrains, n'offrent pas toujours une qualité de service à la hauteur des attentes des usagers.

C'est pourquoi la société Supraways [1] s'intéresse aux couloirs aériens se situant juste au dessus des espaces publics pour proposer un nouveau moyen de mobilité. Ce système de transport [2] met à disposition des usagers des véhicules sous forme de cabines comportant sept à neuf places assises et circulant à une vitesse moyenne de 50km/h. C'est un moyen de transport non polluant, sans nuisance sonore et à bilan carbone neutre. De plus, il a la particularité d'être à la demande des usagers. En effet, il repositionne en permanence les

véhicules vides en fonction des demandes. Il appartient à la catégorie des PRT (Personal Rapid Transit) [3] [4] dont le principe est le suivant : un voyageur se rend à une station et effectue une demande de trajet au moyen d'une application spécifique. Un véhicule arrive, le voyageur monte à bord et sélectionne sa destination. Il est alors transporté jusqu'à la destination choisie sans arrêt intermédiaire. Cependant, Supraways n'a pas encore implémenté son système de transport en ville et ses données scientifiques restent confidentielles [3]. C'est pourquoi ce TIPE aborde l'étude d'un système de transport similaire à Supraways de manière simplifiée.

Le modèle qui semble le plus adapté pour représenter un réseau de transport au sein d'une ville est celui des graphes [5]. Un plan de métro ou une carte des lignes ferroviaires sont des représentations schématiques très voisines de celles des graphes. De plus, le problème du plus court chemin peut être pertinent pour améliorer l'efficacité et l'optimalité d'un moyen de transport. L'algorithme A\* [9], s'appliquant sur un graphe, propose une solution à ce problème. En Python, les graphes peuvent être représentés visuellement grâce à la bibliothèque NetworkX [6]. Enfin, la création d'un nouveau moyen de transport public nécessite l'installation de stations. Une grande ville (en termes de superficie) comportera alors un grand nombre de stations, dans lesquelles circuleront des usagers et des cabines. L'utilisation de la programmation orientée objet [7] et d'une base de données [8] contenant toutes informations relatives à la simulation du système de transport étudié est donc pertinente.

## **Problématique retenue**

Comment peut-on implémenter des algorithmes permettant d'une part de représenter le fonctionnement d'un nouveau moyen de transport urbain et d'autre part de s'approcher d'une fluidité optimale du trafic ?

## **Objectifs du TIPE du candidat**

Je me suis fixé comme objectifs :

- De mettre en relation une base de données et une programmation orientée objet en Python pour représenter visuellement un réseau de transport.
- D'étudier l'algorithme A\* garantissant l'optimalité des trajets des usagers.
- De proposer des algorithmes permettant d'analyser les demandes et la densité des usagers au sein de chaque station afin de répartir au mieux les cabines.
- De comparer l'efficacité d'un tel réseau avec un transport en commun actuel en utilisant les graphes de flots.

## **Références bibliographiques (ÉTAPE 1)**

[1] LÉA TINTILLIER : Cultures futuristes, transports en hauteur... Les innovations qui nous attendent en 2023 : <https://www.tf1info.fr/high-tech/video-cultures-futuristes-sous-serre-transports-en-commun-en-hauteur-les-innovations-qui-nous-attendent-en-2023-2243625.html>

[2] SUPRAWAYS : Le transport urbain de demain : <https://www.supraways.com>

- [3] AMINE CHAKIR, CRISTIAN MAIORANO, JONATHAN SCOTTINI, CHRIST-OLIVIER TUSSEVO, RAMAZAN AYTEN : Personal Rapid Transit (PRT) in Dubai : <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-01724329v1/document>
- [4] NATHAN SZTULMAN : Les PRT, transports urbains du futur ? : <https://www.transportshaker-wavestone.com/les-prt-transports-urbains-du-futur>
- [5] DIDIER MAQUIN : Éléments de théorie des graphes : <http://hirostein.free.fr/muiratcesni/Architecture/theorieDesGraphes/Graphes.pdf>
- [6] ARIC A. HAGBERG, DANIEL A. SCHULT, PIETER J. SWART, GÄEL VAROQUAUX, TRAVIS VAUGHT, JARROD MILLMAN : Documentation de la bibliothèque NetworkX : <https://networkx.org/documentation/stable/tutorial.html>
- [7] PIERRE GIRAUD : Introduction au paradigme de la programmation orientée objet : <https://www.pierre-giraud.com/python-apprendre-programmer-cours/introduction-oriente-objet>
- [8] MYSQL : Documentation de la bibliothèque mysql-connector : <https://dev.mysql.com/doc/connector-python/en/connector-python-example-connecting.html>
- [9] AMIT PATEL : Introduction to A\* : <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/AStarComparison.html>

## DOT

- [1] : [Octobre - Décembre 2022] - Familiarisation avec la notion de graphes de flot pour l'étude d'un réseau routier. Recherche de solutions pour limiter les embouteillages au sein d'une ville.
- [2] : [Début Janvier 2023] - Découverte du projet Supraways dans le journal télévisé de TF1. Toujours dans l'optique de trouver des solutions pour améliorer la fluidité du trafic en ville, recherches sur le fonctionnement des moyens de transport appartenant à la catégorie "Personal Rapid Transit" (PRT).
- [3] : [Février 2023] - Documentation de la bibliothèque Python NetworkX qui permet d'afficher des graphes. Recherche d'une bibliothèque Python permettant de mettre en relation un programme et une base de données.
- [4] : [Mars 2023] - Appréhension d'un algorithme de recherche de plus court chemin dans un graphe (autre que l'algorithme de Dijkstra) : l'algorithme A\*. Réalisation d'une première implémentation de l'algorithme A\* à l'aide d'une programmation orientée objet.
- [5] : [Avril - Mi-Mai 2023] - Réalisation de l'algorithme permettant de déterminer le trajet optimal que devra suivre une cabine pour transporter un usager vers sa destination. Rédaction d'une démonstration de l'optimalité du chemin retourné par l'algorithme A\* pour prouver la validité du programme. Etude sur le choix de l'heuristique.
- [6] : [Fin Mai] - Réalisation d'un algorithme permettant de répartir les cabines en fonction des demandes. Après discussion avec le professeur encadrant, la comparaison du système de transport Supraways avec un système de transport actuel s'avère complexe.