**Modélisation informatique d’un réseau de transport**

Comme je suis particulièrement intéressé par l’informatique, j’ai choisi un sujet de TIPE pouvant me permettre d’approfondir mes connaissances dans ce domaine et d’explorer le domaine des bases de données.

La modélisation informatique d'un réseau de transport en ville est un sujet d'actualité clé dans le domaine de l'aménagement urbain et de la durabilité. Le développement des villes et l'augmentation de la population urbaine ont conduit à des problèmes de congestion routière et de pollution de l'air. La modélisation informatique permet de comprendre et de simuler les dynamiques de transports en ville, ce qui permet d'optimiser les systèmes de transport existants et de planifier des infrastructures futures pour répondre aux besoins de mobilité de la population.

La modélisation informatique d'un réseau de transport en ville est un sujet clé dans le domaine de l'aménagement urbain et de la durabilité. Le développement des villes entraine des problèmes de congestion routière. La modélisation informatique permet ainsi de comprendre et de simuler les dynamiques de transports en ville.

**Professeur encadrant du candidat :**

* Emmanuel LEGUIL

**Ce TIPE fait l’objet d’un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- BONCOUR Maxime

- HEMZELLEC-DAVIDSON Vadim

**Positionnement thématique**

INFORMATIQUE (Informatique Pratique), INFORMATIQUE (Informatique Théorique)

**Mots-clés**

|  |  |
| --- | --- |
| **Mots-Clés (en français)** | **Mots-Clés (en anglais)** |
| Transports en commun | Public transport |
| Base de données GTFS | GTFS Database |
| Gestion du retard | Delay management |
| Optimisation d’un réseau | Network optimization |
| Parcours de graphe | Graph traversal |

**Bibliographie commentée**

Un réseau de transport constitue l’ensemble des infrastructures nécessaires au bon fonctionnement des transports routiers, ferroviaires, fluviaux ou aériens. Les transports routiers en particulier doivent être parfaitement optimisés pour permettre aux usagers de se rendre facilement à une destination donnée en un temps raisonnable. C’est alors que les modélisations mathématiques et informatiques interviennent, permettant de comprendre, prédire et optimiser les performances de réseaux tels que les réseaux de transports urbains [1].

Les cartes de réseaux routiers sont un parfait exemple d’application des graphes en urbanisme, les arêtes représentant des rues ou des routes, les points des lieux ou des villes, les sommets du graphe sont désignés par un nom et les arêtes par un chiffre indiquant une distance ou un temps (graphe pondéré) [2,3].

Pour être fonctionnel, un réseau de transport doit reposer sur une modélisation mathématique solide. Par ailleurs, la technologie étant au cœur de la société actuelle, elle permet aux citoyens une connaissance d’un réseau de transport et leur offre une interface intuitive et facile d’utilisation. Une modélisation plus efficace consiste à utiliser pleinement la base de données (au format GTFS). A l’aide des horaires et des informations précises sur chaque ligne, elle permet d’obtenir une modélisation plus réaliste. [4]

L'utilisation de différentes techniques de traitement de données et d'apprentissage automatique sont utiles pour améliorer la qualité des modèles de transport. Ces outils permettent d'identifier les problèmes de transport et d'évaluer les impacts des différentes solutions. Cela permet également d'optimiser les investissements dans les infrastructures de transport et d'améliorer l'efficacité des systèmes de transport existants. [1,5]

Il est possible de réaliser une approche théorique du déplacement d’un véhicule sur une ligne à un instant donné. L’interpolation polynomiale peut permettre d’approcher le déplacement d’un véhicule sur une ligne [1,5].

Le réseau de transport en lui-même est caractérisé par un ensemble de lignes d’une longueur bien définie et d’un nombre d’arrêts spécifiques entre deux cas extrémaux (les terminus) [3]. Les principaux outils de modélisation de réseaux de transports reposent sur les graphes, puisqu’ils permettent de modéliser facilement le comportement des différents moyens de transport et la synchronisation entre les bus, trains, tramways et métros [1,3].

Cependant, les moyens de transports sont fortement soumis aux influences extérieures. La multitude de facteurs extérieurs font des transports urbains des systèmes de plus en plus complexes. Une circulation dense entraine des trains de bus (groupes de véhicules appartenant à la même ligne et arrivant ensemble à un arrêt) et des retards, qui peuvent être étudiés mathématiquement et informatiquement [6,7].

Deux axes de recherche sont développés pour remédier à ce problème. Le premier consiste à raffiner les modèles de bus pour prendre en compte le trafic en utilisant des méthodes d'estimation de temps de parcours. Le second consiste à utiliser les modèles raffinés dans un contexte d'exploitation en temps réel en développant une méthode de prévision à court terme, combinée à une méthode de contrôle des bus [6].

Les défis liés à la complexité des transports urbains sont donc nombreux et font partie intégrante de la ville de nos jours ; ainsi chercher à améliorer le fonctionnement global des réseaux de transport revient à améliorer le confort de leurs usagers.

**Problématique retenue**

Les bases de données permettent-elles la modélisation d’un réseau de transport pour trouver le chemin le plus court pour un déplacement et gérer les horaires afin d’éviter le phénomène des « trains de bus » ?

**Objectifs du TIPE**

* Comprendre, analyser la base de données relative aux transports en commun d’une ville et en extraire les données importantes/utiles.

Ecrire des programmes pour :

* + Réorganiser les données en d’autres fichiers : Fiches horaires, lignes, arrêts.
  + Parcourir le réseau de proche en proche pour obtenir la durée, arrêts et lignes à emprunter, pour effectuer le trajet entre le départ et l’arrivée fixés en temps minimum.
* Etant donné un bus à l’arrêt pendant une certaine durée : déterminer les actions à réaliser pour retrouver un état normal du réseau grâce à une régulation des bus suivants.

**Objectifs du second membre**

Déterminer un modèle mathématique le plus précis possible pouvant modéliser le réseau de transport d’une ville, en évaluant sa précision et sa stabilité, en s’appuyant sur l’informatique pour vérifier et appliquer le modèle sur un exemple concret.

En utilisant les bases de données disponibles sur la ville de Metz, Python et un logiciel SIG (Système d’Information Géographique), m’approcher d’une modélisation informatique simplifiée et exploitable du réseau de transport de Metz.

Rechercher les différents modèles mathématiques les plus utilisés pour modéliser des réseaux de transports et essayer de les appliquer à l’étude de la ville.

Modéliser les fonctions de déplacement d’un véhicule sur une ligne à un moment donné par des courbes grâce à une interpolation polynomiale.

Améliorer au possible le modèle, évaluer sa précision et les causes d’imprécisions, et le comparer à d’autres modèles.

**Références bibliographiques**

**[1]** NAIMA BELAYACHI : Etude et modélisation du fonctionnement d’un Réseau de Transport Modèle (RTM) : *Université d’Oran, années 2011/2012*

**[2]** CLAUDI ALSINA : Plans de métro et réseaux neuronaux : *Le monde est mathématique, année 2013, ISBN 978-2-8237-0108-1*

**[3]** FREDERIC BRO – CHANTAL REMY : Python & Pandas et les 36 problèmes de data science - Problèmes et exercices corrigés pas à pas : *Ellipses, 07/06/2016, ISBN 978-2-340-01151-9*

**[4]** Transports, Ministère chargé des “Réseau Urbain Le Met' - Données (GTFS) Ouvertes - Metz Métropole.” *Transport.data.gouv.fr,* [*https://transport.data.gouv.fr/datasets/transport-donnees-gtfs/*](https://transport.data.gouv.fr/datasets/transport-donnees-gtfs/)*.*

**[5]** KARIM BOUAMRANE, BEGHDADI HADJ ALI, NAIMA BELAYACHI: Towards a numerical model for the representation of an urban transportation system: *Proceedings ICWIT 2012.*

**[6]** ETIENNE HANS. Modélisation des lignes de bus pour la prévision temps réel et la régulation dynamique. Infrastructures de transport. *École Nationale des Travaux Publics de l’État [ENTPE], 2015.*

**[7]** AYOUB TAHIRI : Optimisation des flux dans les réseaux de transport pour les systèmes dynamiques étendus. Cas des systèmes hydrographiques. : *Université de Toulouse, année 2019.*