

Résilience du métro parisien

1. INTRODUCTION

ALSTOM et IA PAU vous proposent un sujet au cœur du ferroviaire : Comprendre les principes de régulations ainsi que la nécessité d'anticiper des aléas techniques qui pourraient remettre en cause le bon fonctionnement des projets. Ce sujet est issu des travaux en cours par les équipes IA d'ALSTOM et représente un besoin réel pour l'entreprise.

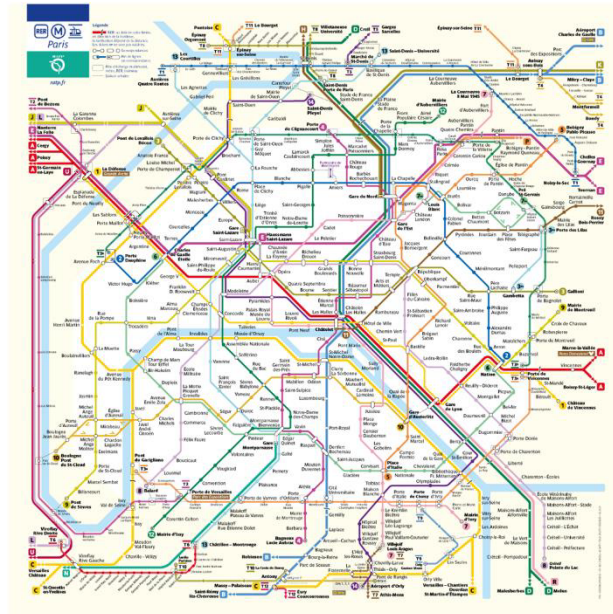
Votre programme permettra d'orienter l'équipe ALSTOM sur des solutions techniques qu'elle n'aurait peut-être pas envisagées.

Pour les besoins du Data Challenge, le sujet a été simplifié : Il n'y a pas de table horaire des rames circulant, de capacité maximum des rames ou des plateformes en station, ou de modification du flux passager pour représenter dynamiquement les heures de pointes.

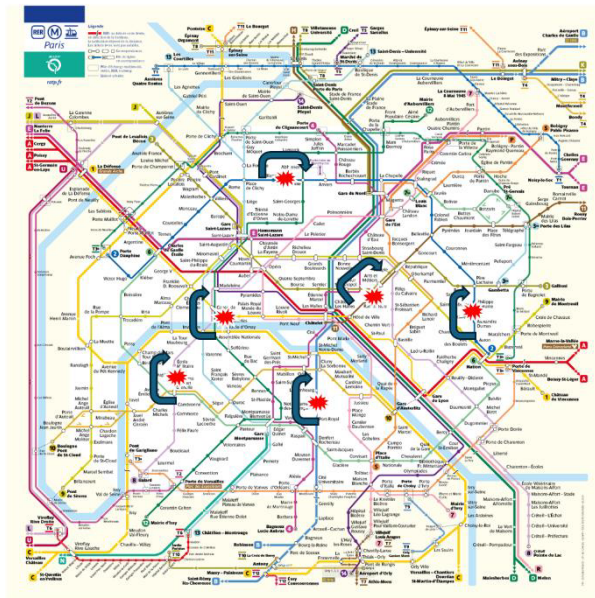
De plus, le sujet pouvant être difficile à appréhender, des pistes vous seront données dans les chapitres ci-dessous, ainsi que dans la vidéo explicative. Il n'y a aucune obligation de résoudre la problématique avec ces solutions techniques, mais elles vous permettront de ne pas rester bloquer le cas échéant.

2. LE CONTEXTE DU CHALLENGE

Vous êtes dans l'équipe d'un opérateur, en charge de la régulation du métro parisien.



A ce titre, vous devez assurer une continuité de service auprès des usagers, en vous assurant de limiter l'impact des dysfonctionnements éventuels. En effet, les usagers vont devoir contourner les dysfonctionnements et cela aura pour conséquence d'entraîner une surcharge pour toutes les lignes adjacentes.



Votre objectif : recréer une simulation virtuelle de votre métro, être capable d'anticiper les flux de passagers, et identifier les nœuds critiques sur lesquels une surveillance particulière doit être apportée.

3. LES DONNEES D'ENTREE

Plusieurs fichiers CSV vous sont fournis :

- La liste des stations, ainsi que leurs coordonnées GPS
- La liste des correspondances inter-stations
- Le flux passager, avec les origines, les destinations, et le nombre de passagers souhaitant faire ce trajet.

4. L'OBJECTIF DU CHALLENGE

L'objectif est double :

- Anticiper les flux passagers, afin de pouvoir augmenter la fréquence des rames sur le réseau secondaire
- Déterminer les inter-stations les plus critiques du réseau

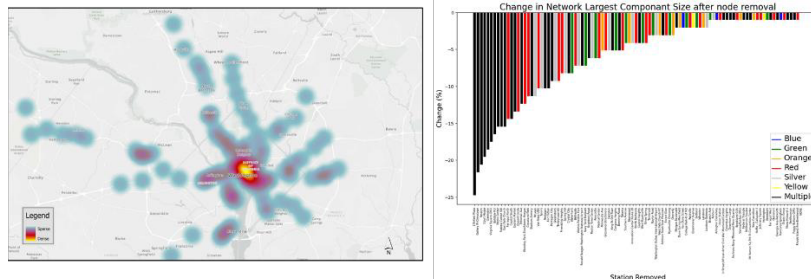
5. VOTRE PROGRAMME

Vous nous fournirez un notebook Jupyter, codé en Python, ainsi que tous les fichiers nécessaires à son bon fonctionnement (modèle IA entraîné, dataset pour l'entraînement, ...).

Ce notebook prendra un fichier de correspondances dégradées en entrée : Il s'agit du même fichier que celui que nous vous fournissons, mais nous aurons supprimé les lignes, afin de simuler les arrêts de services de certaines inter-stations.

En sortie, ce notebook :

- Représentera une image synthétique du réseau, avec les flux de passagers.
 - o Exemple : Cette représentation pourra être une heatmap ou un bar graph, comme ci-dessous :



- Une approximation du temps moyens de trajet pour les passagers
- Une matrice pour décrire les liaisons les plus critiques

6. LES LIVRABLES

Plusieurs documents sont à livrer :

- Le notebook Jupyter décrit ci-dessus
- Le code source du reste de l'application
- Une matrice pour décrire les liaisons les plus critiques

7. ADDENDUM

7.1 Simplification de la problématique

Seules les inter-stations pouvant être contournées seront susceptibles d'être supprimées.

Exemple :

- La liaison **de Garibaldi vers-Mairie de St Ouen** peut être supprimée, car un contournement est possible



- La liaison **de Corentin Celton vers Mairie d'Issy** ne sera pas supprimée



7.2 Solutions techniques proposées

Comme décrit dans l'introduction, les équipes ALSTOM ont déjà réfléchi à la manière dont elles résoudraient cette problématique. Voici leur proposition :

Le projet peut se dérouler en 4 étapes :

- 1) Représenter virtuellement le fonctionnement du métro.

Pour ce faire, vous pouvez utiliser les algorithmes Dijkstra ou A*. Cela vous permettra de savoir par où chacun des passagers devra transiter pour rejoindre sa destination.

- 2) Créer un dataset d'entraînement pour une IA, avec des liaisons inter-stations supprimées

La simple suppression d'inter-stations, ainsi que la régénération du réseau (point 1) suffit à calculer l'impact sur le flux passager.

Pour supprimer uniquement les inter-stations contournables, Vous pourrez chercher s'il existe un contournement possible, en cherchant si le nombre de chemins possibles est supérieur à 1.

- 3) Simuler l'évolution des flux passagers dans ce réseau dégradé

Un GNN (Graph Neural Networks) est le plus approprié pour travailler sur un modèle de dégradation.

Une fois une correspondance dégradée injectée dans le réseaux, le GNN devra proposer une solution pour rediriger le flux des passagers sur un chemin alternatif faisable

- 4) Rechercher et expliquer les fragilités du réseau

En fonction de la solution proposée, des éléments liés à l'explicabilité du modèle peuvent être proposés.

LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations) et SHAP (SHapley Additive exPlanations) pourraient être des exemples intéressants pour l'explicabilité d'un GNN.

Nous vous souhaitons un bon courage dans cette aventure