

Algorithmique 2 (INFO-F203)

STIB, l'ultime frontière

To boldly go where no tram has gone before.

Robin Petit & Jean Cardinal

Université libre de Bruxelles (ULB)
Avril 2025



(Photothèque transbus.org, Wikipedia – Creative Commons.)

Réseaux de transports

les transports public en Belgique sont assurés par quatre agences : la STIB, le TEC et De Lijn pour les lignes de bus et trams respectivement à Bruxelles, en Wallonie et en Flandre, et la SNCB pour les trains au niveau national.

Le but de ce travail est l'analyse et le développement d'algorithmes efficaces pour le problème de recherche d'un plus court chemin entre deux points dans un tel réseau de transport, à une certaine heure du jour, en tenant compte des heures de passage. Les requêtes seront donc constituées de deux arrêts de transports publics (gare, arrêt de tram, ou arrêt de bus), et d'une heure de départ. La mesure de longueur du chemin pourra en particulier être définie comme étant la durée totale de l'itinéraire. Les trajets seront *multi-modaux* : on pourra donc changer de moyen de transport en cours de route, en tenant compte du temps nécessaire pour marcher, par exemple, d'un arrêt de bus à une gare proche.

Les données concernant les lignes de transports et les trajets journaliers pour les quatre agences sont disponibles en ligne, et vous sont fournies sur l'UV dans un format simple décrit ci-dessous. À partir de ces informations, votre programme devra construire une structure de données permettant de répondre efficacement aux requêtes constituées d'un triplet de la forme

(arrêt de départ, arrêt de destination, heure de départ)

et renvoyant une séquence constituée de quadruplets de la forme

(arrêt 1, heure de départ, arrêt 2, heure d'arrivée)

donnant les portions de trajets successives constituant le plus court chemin entre les deux arrêts donnés dans la requête.

Nous avons ainsi calculé l'itinéraire suivant qui permet de traverser la Belgique, en partant de la commune d'Alveringem, en Flandre-Occidentale, à 10h30 le matin pour arriver à Aubange, en Province du Luxembourg, vers 18h :

Take DELIYN BUS 50 from Alveringem Nieuwe Herberg (10:41:00) to Veurne Voorstad (10:50:00)
Walk from Veurne Voorstad (10:55:00) to Furnes (11:08:26)
Take SNCB TRAIN IC from Furnes (12:01:00) to Gand-Saint-Pierre (13:06:00)
Take SNCB TRAIN IC from Gand-Saint-Pierre (13:25:00) to Bruxelles-Central (14:01:00)
Walk from Bruxelles-Central (14:06:00) to GARE CENTRALE (14:07:43)
Take STIB BUS 38 from GARE CENTRALE (14:10:37) to LUXEMBOURG (14:18:00)
Walk from LUXEMBOURG (14:23:00) to Bruxelles-Luxembourg (14:24:07)
Take SNCB TRAIN IC from Bruxelles-Luxembourg (14:27:00) to Namur (15:17:00)
Take SNCB TRAIN L from Namur (15:24:00) to Ciney (15:56:00)
Take SNCB TRAIN IC from Ciney (16:05:00) to Libramont (16:56:00)
Take SNCB TRAIN L from Libramont (17:04:00) to Aubange (18:02:00)

Votre travail

Structure de données et Recherche de plus courts chemins

Votre rapport devra contenir les éléments suivants :

- Une description détaillée de la structure de données utilisée.
- Une description détaillée des algorithmes permettant d'une part de construire cette structure, étant données les informations fournies, et d'autre part de répondre efficacement aux requêtes de plus courts chemins. Des justifications rigoureuses sont attendues concernant le caractère correct des méthodes utilisées, l'optimalité des réponses, ainsi que la complexité des algorithmes.
- Une description succincte des principales classes et méthodes utilisées dans votre programme Java.
- Une description des algorithmes et méthodes utilisées pour les variantes du problème, voir ci-dessous.

Variantes

La fonction de coût par défaut est le temps total de l'itinéraire. On vous demande également de considérer les variantes du problème dans lesquelles, par exemple, on tient compte du nombre de changements, et/ou les coûts sont pondérés en fonction du mode de transport. Certains utilisateurs souhaitent par exemple marcher le moins possible, ou éviter les trams. L'évaluation portera donc également sur la généralité de votre solution.

Format des fichiers

Pour chacune des quatre agences de transports belges (STIB, TEC, SNCB et De Lijn), vous disposez de quatre fichiers au format CSV : `routes.csv`, `stops.csv`, `stop_times.csv` et `trips.csv`.

Le fichier `routes.csv` contient les informations sur les lignes de transports, avec les colonnes suivantes :

- `route_id`, un identifiant unique ;
- `route_short_name`, le numéro de ligne (e.g. 7 ou 71);
- `route_long_name`, le nom complet de la ligne ;

- `route_type` qui vaut TRAIN, METRO, BUS ou TRAM.

Le fichier `stops.csv` contient les informations sur les arrêts, avec les colonnes suivantes :

- `stop_id`, un identifiant unique de l'arrêt;
- `stop_name`, le nom de l'arrêt (e.g. BASCULE);
- `stop_lat` et `stop_lon`, la latitude et longitude de l'arrêt.

Le fichier `trips.csv` contient les identifiants des trajets correspondant à chaque ligne, avec les colonnes suivantes :

- `trip_id`, un identifiant unique du trajet;
- `route_id`, l'identifiant de la ligne correspondant à ce trajet.

Enfin, le fichier `stop_times.csv` contient les informations sur les trajets, avec les colonnes suivantes :

- `trip_id`, un identifiant unique du trajet;
- `departure_time`, l'heure de départ du train/métro/tram/bus ;
- `stop_id`, l'arrêt auquel on arrive à cette heure-là;
- `stop_sequence`, le numéro de l'arrêt dans ce trajet.

Les arrêts dans un trajet sont numérotés dans l'ordre croissant. Les identifiants sont tous des chaînes de caractères préfixées par les chaînes STIB, TEC, SNCB ou DELIJSN, correspondant aux quatre agences, et identifiant le moyen de transport.

Notez que nous ne tiendrons pas compte des variations d'horaires suivant les jours de la semaine; on considérera que les trajets sont les mêmes chaque jour.

Point d'attention

La définition rigoureuse du problème conduit à faire certains choix de modélisation. Nous vous encourageons à considérer en particulier la modélisation du temps de marche entre deux arrêts, qui devra utiliser les données géographiques.

Consignes

- Votre travail sera composé d'un rapport scientifique, d'un programme en Java, et d'un fichier README.
- Le fichier README est un fichier texte devant contenir les instructions permettant au correcteur de compiler, exécuter et tester le code.
- Le rapport devra être au format pdf, rédigé en français correct, et mis en page avec le logiciel L^AT_EX.
- Le rapport comprendra également la liste des références bibliographiques utilisées.
- On s'attend pour ce travail à un rapport dont la longueur est d'environ une dizaine de pages.
- Les fichiers sont à remettre sur l'Université Virtuelle (UV).

Recommandations et ressources externes

Ressources bibliographiques. Vous êtes encouragé·e·s, pour répondre aux questions, à consulter la littérature scientifique. Les documents utilisés doivent être de nature académique ou didactique, clairement mentionnés dans le texte et figurer dans la liste de références bibliographiques. Nous vous encourageons à utiliser le logiciel BibTeX :

<https://www.bibtex.com/>.

Code. Les programmes doivent être dûment commentés et structurés, et respecter les bonnes pratiques enseignées dans les cours de programmation orientée objet. Vous êtes autorisé·e·s à réutiliser, en le mentionnant clairement, les classes de la bibliothèque Java `algs4.jar`, disponible à l'adresse suivante :

<https://algs4.cs.princeton.edu/code/>.

Vous êtes également autorisé·e·s à utiliser des librairies externes, pourvu que vos choix soient dûment justifiés.

Travail en binôme, échanges et plagiat

Vous êtes autorisé·e·s à rendre le travail en collaboration avec un·e autre étudiant·e, auquel cas la même note sera attribuée aux deux membres du binôme. Vous pouvez également rendre le travail à titre individuel.

Vous êtes autorisé·e·s à discuter des problèmes et de vos solutions éventuelles avec d'autres étudiant·e·s et d'autres binômes. Si un point de votre rapport est le fruit de ces discussions, vous êtes invité·e·s à le mentionner explicitement. La rédaction du rapport et des programmes doit cependant être propre à chaque étudiant·e / binôme.

De la même manière, vous êtes autorisé·e·s à faire usage d'outils d'intelligence artificielle, mais uniquement à des fins de corrections de forme (orthographe, style). Cet usage doit être explicitement mentionné dans votre rapport. Toute utilisation dépassant ce cadre sera considérée comme une fraude. Voir à ce sujet l'article 40 du règlement général des études.

Tout emprunt non mentionné explicitement est un plagiat, et constitue une fraude. Les étudiant·e·s reconnu·e·s coupables de fraude ou de tentative de fraude s'exposent à des sanctions disciplinaires comprenant l'annulation de la session d'examens et l'interdiction de s'inscrire à la session d'examens suivante.

<https://bib.ulb.be/fr/support/boite-a-outils/evitez-le-plagiat>

Date de remise

16 mai 2025, avant minuit.