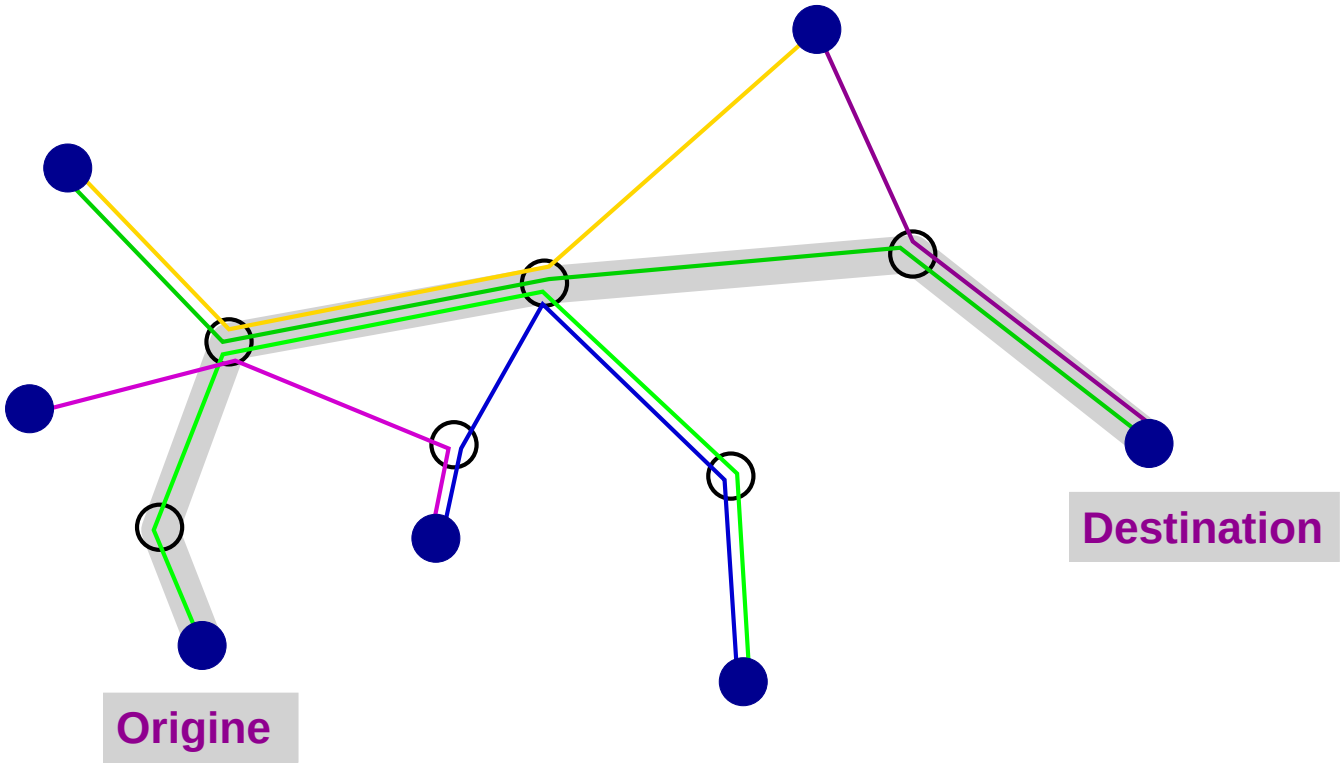
Calcul d’itinéraires ferroviaires.



Déroulement du projet

- Etape 1 : calcul d'itinéraires ferroviaires.
  - lecture des fichiers de données
  - construction des structures de données
  - calcul d'itinéraires optimaux (algorithme de Dijsktra)
  - **13 février** : 1er rapport intermédiaire
- Etape 2 : tests, délais moyens, clustering.
  - génération aléatoire d'instances et tests
  - calcul des délais moyens entre deux villes
  - problème de clustering
  - interface graphique (optionnel)
  - **10 avril** : rapport final

Evaluation

Le travail est à faire seul ou par groupe de deux (en aucun cas par groupe de trois ou plus).

Le rapport intermédiaire et le rapport final donnent lieu à une présentation écrite et orale du travail effectué incluant une description succinte des structures de données utilisées et des principales fonctions.

Rapport intermédiaire : 2 pages et 10 min. de présentation.

Rapport final : 5 pages et 15 min. de présentation.

Lecture des données.

Syntaxe du fichier de données

```
<nombre de villes n>
<abcisse ville 1> <ordonnée ville 1>
...
<abcisse ville n> <ordonnée ville n>

<nombre de lignes m>
<definition de la ligne 1>
...
<definition de la ligne m>
```

Lecture des données.

Définition d'une ligne :

```
<nombre de villes k>
<ville 1> <ville 2> ... <ville k>

<nombre de passages journaliers p>
<P1 horaire 1> <P1 horaire 2> ... <P1 horaire k>
...
<Pp horaire 1> <Pp horaire 2> ... <Pp horaire k>
```

Lecture des données : exemple.

```
10
383 886 777 915 793 335 386 492 649 ... 763 926 540
426 172 736

2
3
1 0 9
2
14h44 18h41 21h16
03h30 07h27 10h02
3
3 8 6
3
20h33 22h13 02h10
05h02 06h42 10h39
12h50 14h30 18h27
```

Codage des horaires : nombre de minutes

Algorithme de Dijkstra

Fixer $d[v] \leftarrow \infty$ pour tout $v \in V$ et $d[s] = 0$

Placer tous les sommets $v \in V$ dans un tas T ordonné selon $d[v]$.

$S \leftarrow \emptyset$, l'ensemble des sommets traités est vide

Tant que T n'est pas vide faire

    Extraire de T le sommet u de marque $d(u)$ minimum

    Ajouter u à l'ensemble S des sommets traités.

    Pour chaque voisin v de u faire

        Si $d[v] > d[u] + l(u, v)$ alors faire

            $d[v] \leftarrow d[u] + l(u, v)$, mettre à jour le tas T

            $pere[v] = u$

Renvoyer $d[t]$

Construction des structures de données.

Déf. On dit qu'une ville v' est un successeur d'une ville v si v' est le successeur de v sur au moins une ligne.

Structure de données.

- pour chaque ville v, calculer la liste des successeurs de v.
- pour chaque successeur v' de v, calculer la liste des trajets de v à v' ordonnée par date de départ croissante ;
- un trajet est caractérisé par un horaire de départ et un horaire d'arrivée.

Première étape

Ecrire un programme qui lit les fichiers de données au format indiqué et qui calcule les structures de données.

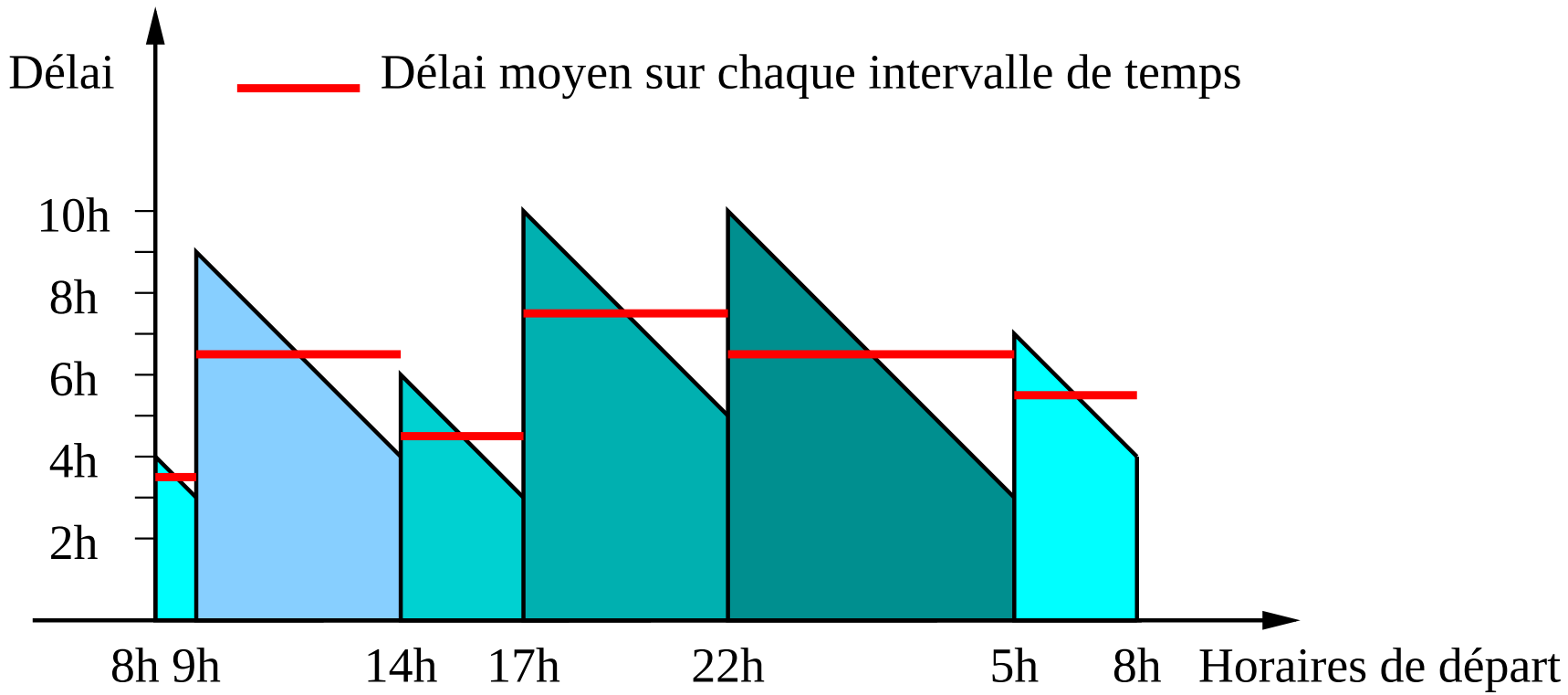
Problème : On se trouve dans une ville s à l'heure h, quel itinéraire suivre pour se rendre le plus vite possible dans une ville d ?

Algorithme : modifier la signification des marques dans l'algorithme de Dijkstra, i.e. la marque d'une ville v sera l'heure d'arrivée au plus tôt en v en partant de s à l'heure h.

Le programme devra permettre de calculer la date d'arrivée au plus tôt en d et d'afficher un itinéraire optimal (listes de villes traversées et horaires).

Calcul du délai moyen entre deux villes

On veut calculer le délai moyen $m(v, u)$ pour se rendre de la ville v à la ville u. Ce délai inclue le temps d'attente dans chacune des villes intermédiaires et dans la ville de départ.



Départs : 9h, 14h, 17h, 22h, 5h

Temps trajets : 3h, 4h, 3h, 5h, 3h

Calcul du délai moyen entre deux villes

Soient $h_0 = 0$, $h_n = 24$ et soient $h_1, ..., h_{n-1}$ les horaires de départ des trains à partir de la ville de départ.

Entre deux départs de trains consécutifs h_{i-1} et h_i, le temps de trajet diminue de façon linéaire, le délai moyen pendant cet intervalle est donc

$$m_i = (\text{delai}(h_{i-1}) + \text{delai}(h_i))/2.$$

Le délai moyen sur 24 heures est donné par

$$m(u, v) = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i(h_i - h_{i-1})}{h_n - h_0}.$$

Votre programme devra permettre de calculer et d'afficher le délai moyen entre deux villes u et v données.

Distance

On définit la distance $d(u, v)$ entre deux villes u et v de la façon suivante :

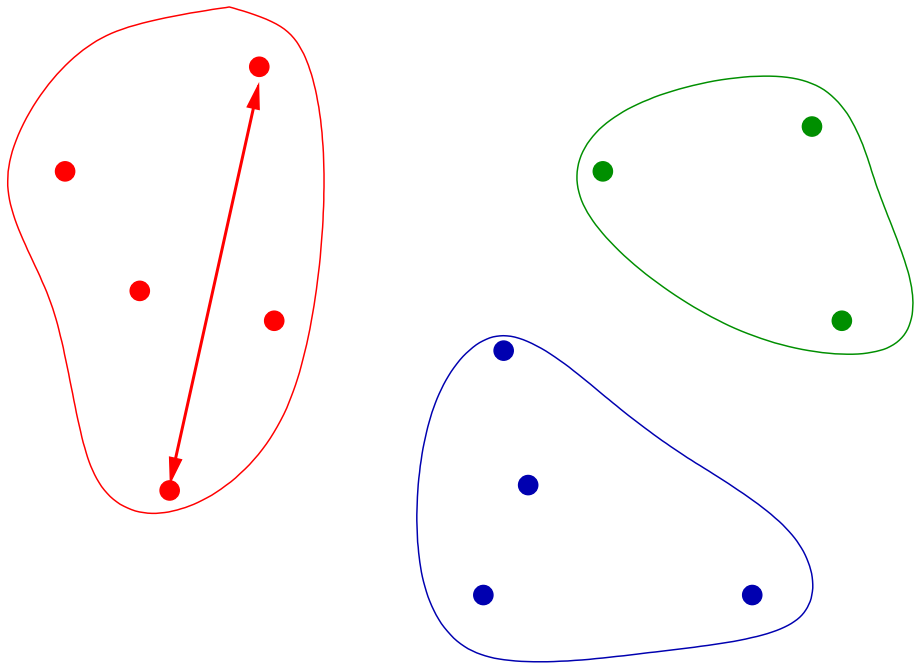
$$d(u, v) = \frac{m(u, v) + m(v, u)}{2}$$

Votre programme devra calculer la matrice des distances entre chaque paire de villes.

Remarque. Cette distance est définie de façon à être symétrique, i.e. $d(u, v) = d(v, u)$ ce qui n'est pas le cas pour $m(u, v)$.

Clustering

Pour un entier k donné, on veut partionner les villes en k clusters $V_1, V_2, ..., V_k$ de telle sorte que la plus grande distance entre deux villes d'un même cluster soit la plus petite possible.



Clustering : solution initiale

L'algorithme suivant permet d'obtenir une solution (pas nécessairement optimale) :

- Trouver deux villes v_1 et v_2 à distance maximum l'une de l'autre.
- Placer v_1 dans V_1 et v_2 dans V_2.
- Pour $i = 3, ..., k$ faire
  - Trouver une ville v_i à distance maximum des villes $\{v_1, ..., v_{i-1}\}$.
  - Placer la ville v_i dans un nouveau groupe V_i.
- Pour chaque ville $v \notin \{v_1, ..., v_k\}$, placer v dans le groupe de la ville v_i la plus proche de lui.

Déf. La distance entre une ville v et un sous-ensemble S de villes est $d(v, S) = \min\{d(v, u) : u \in S\}$.

Clustering : recherche locale

Méthode :

- construire une solution initiale (aléatoirement ou avec le premier algorithme).
- tenter d'améliorer cette solution en déplaçant une ville d'un groupe à un autre.
- recommencer

Stratégie :

- recherche du meilleur déplacement
- recherche (aléatoire) d'un déplacement améliorant

Challenge

- temps limite de calcul de 600 secondes par problème
- mémoire limitée à 1 Go
- jeu de problèmes donné
- modalités à venir

Critères d'évaluation et Barême

- Critères d'évaluation :
  - travail effectué (calcul d'itinéraires, délais moyens, clustering, interface),
  - développement : lisibilité, simplicité du code, structuration du projet,
  - algorithmes : compréhension, amélioration des méthodes,
  - qualité de la présentation
- Barême :
  - lecture (3pts), structure de données (3pts), Dijkstra (6pts)
  - générateur (3pts), calcul des délais moyens (3pts), clustering (3pts), interface graphique (3pts)

Génération du réseau.

fonction **Génération**(n, d, m, min, max)
(génère un réseau ferroviaire de m lignes)
(avec entre min et max passages journaliers)
(dans un graphe de n gares de densité d)

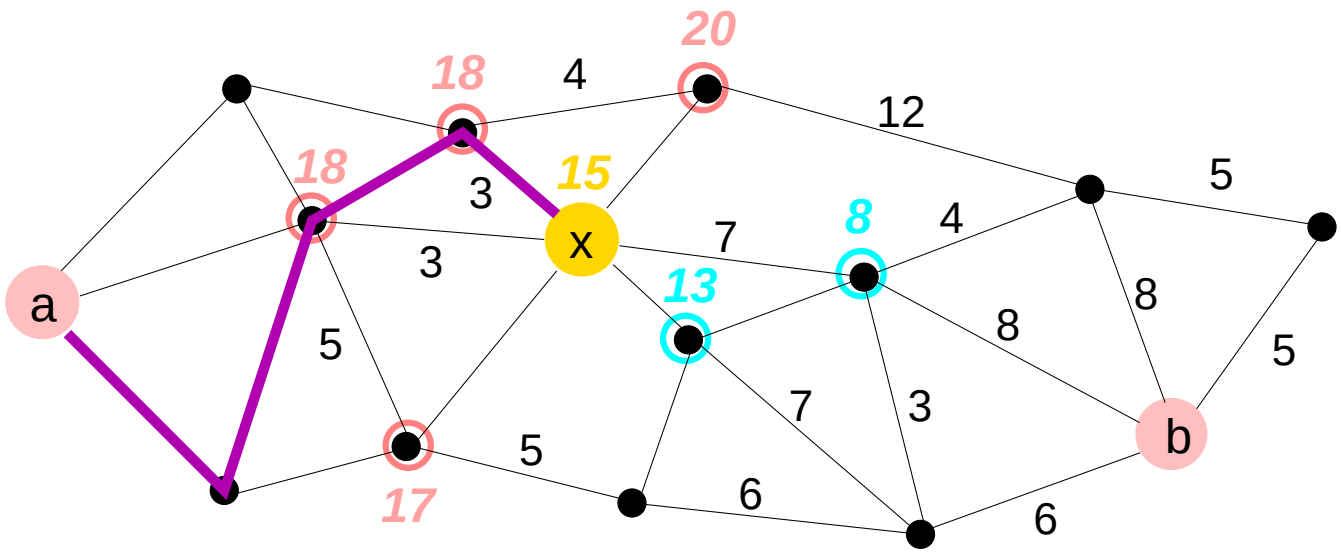
début

générer aléatoirement les positions géographiques des villes,
calculer les distances euclidiennes entre les villes,
pour chaque arete à générer **faire**
choisir une ville u au hasard,
connecter u à la ville la plus proche *qui n'est pas voisine*,
fin faire
pour chaque ligne **faire**
choisir p avec $min \leq p \leq max$,
générer une ligne avec p passages journaliers,

fin fonction

Génération d'une ligne.

- choisir une gare de départ et une gare objectif
- la ligne est constuite en partant de la gare de départ : on étend la ligne chaque fois en choisissant au hasard parmi les gares voisines *rapprochantes* (au sens des plus courts chemins)
- s'il n'y a pas assez de gares dans la ligne l'essai est abandonné
- si la ligne est trop longue la ligne est tronquée



Interface graphique.

`http ://pageperso.lif.univ-mrs.fr/ edouard.thiel/ez-draw/index.html`

Présentation à venir