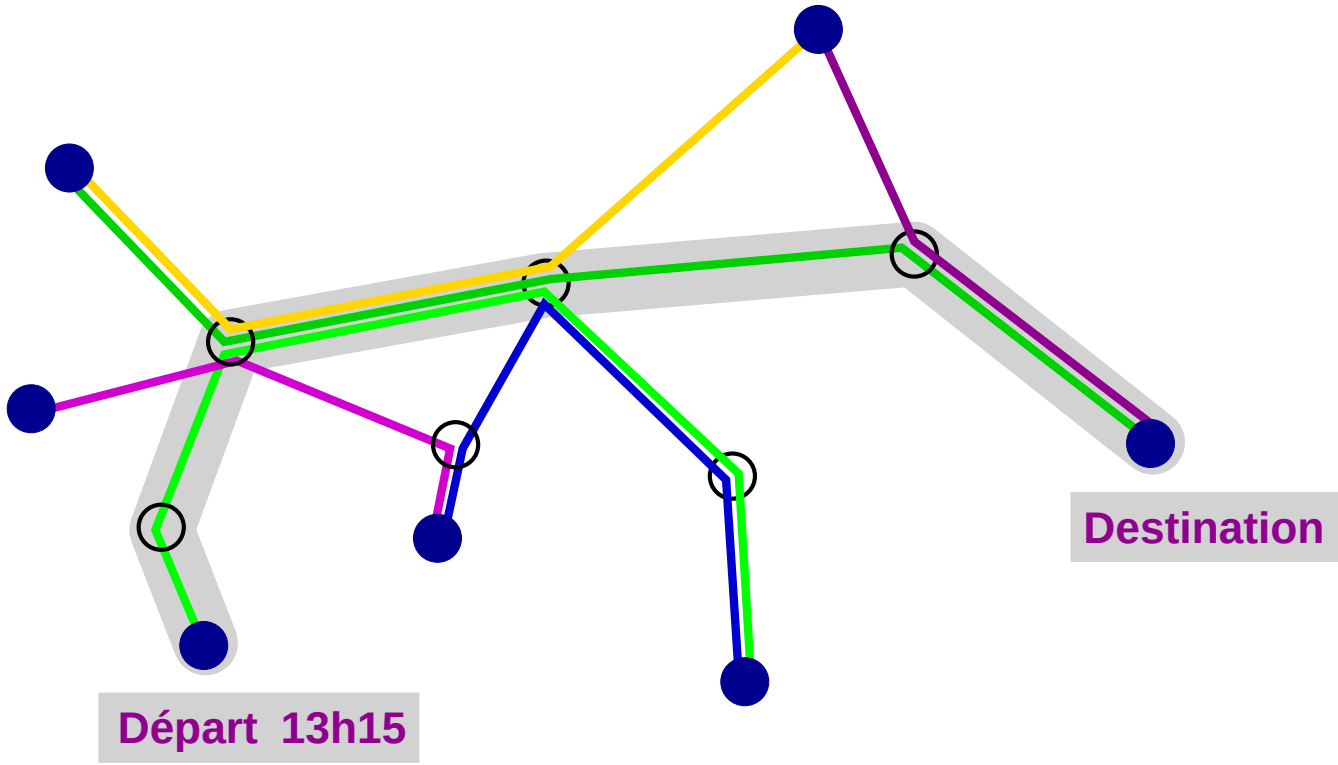
Calcul d’itinéraires ferroviaires.



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)
  - **18 février** : rapport intermédiaire
- Etape 2 : tests, durées moyennes, clustering.
  - génération aléatoire d'instances et tests
  - calcul des durées moyennes de trajet entre deux villes
  - problème de clustering
  - interface graphique
  - **1er 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.

Rapport intermédiaire : 2 pages et 10 min. de présentation.
Description des structures de données utilisées et des principales fonctions.

Rapport final : 5 pages et 15 min. de présentation.
Description de la méthode, problèmes rencontrés, résultats,. . .

Lecture des données.

Syntaxe du fichier de données

```
<nombre de villes n>
<abscisse ville 1> <ordonnée ville 1>
...
<abscisse 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 (par ex. depuis minuit, le jour du départ)

Algorithme de Dijkstra

Calcul des durées des trajets optimaux entre la ville s et les autres villes

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

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

            $pere[v] = u$

Renvoyer d

Structures de données.

Déf. La ville v' est un successeur de la ville v si un arrêt en v' intervient immédiatement après un arrêt en v sur au moins une ligne.

Structures de données.

- pour chaque ville v, calculer la liste de ses successeurs.
- pour chaque successeur v' de v, calculer la liste des trajets de v à v' ordonnée dans l'ordre croissant des horaires de départ ;
- un trajet est caractérisé par un horaire de départ, un horaire d'arrivée et un numéro de ligne.

On suppose donc que le voyageur peut prendre un train qui part au moment où il (le voyageur) arrive.

Première étape

Ecrire un programme qui lit les données en suivant le format indiqué et qui construit les structures de données.

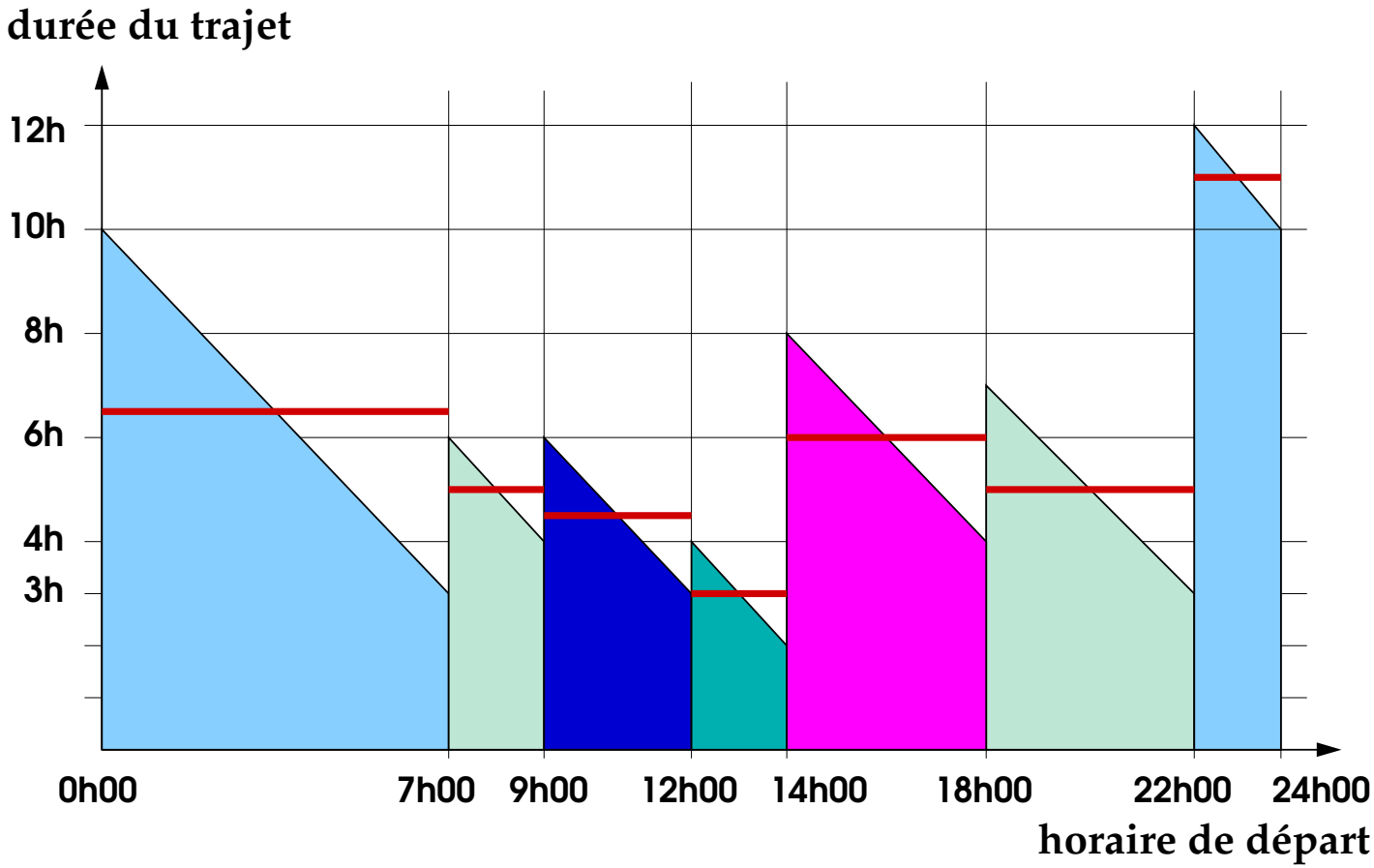
Problème : On se trouve dans une ville s à l'heure h, quel itinéraire suivre pour se rendre le plus vite possible dans la ville t ?

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

Le programme devra calculer la date d'arrivée au plus tôt à la destination t et d'afficher un itinéraire optimal (listes de villes traversées et horaires).

Calcul de la durée moyenne de trajet

On veut calculer la durée moyenne $m(v, u)$ du trajet pour se rendre de la ville v à la ville u. Cette durée inclut le temps d'attente dans la ville de départ ainsi que dans chacune des villes traversées.



Calcul de la durée moyenne de trajet

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, la durée moyenne pendant cet intervalle est donc

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

La durée moyenne sur 24 heures est donnée 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 la durée moyenne 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 :

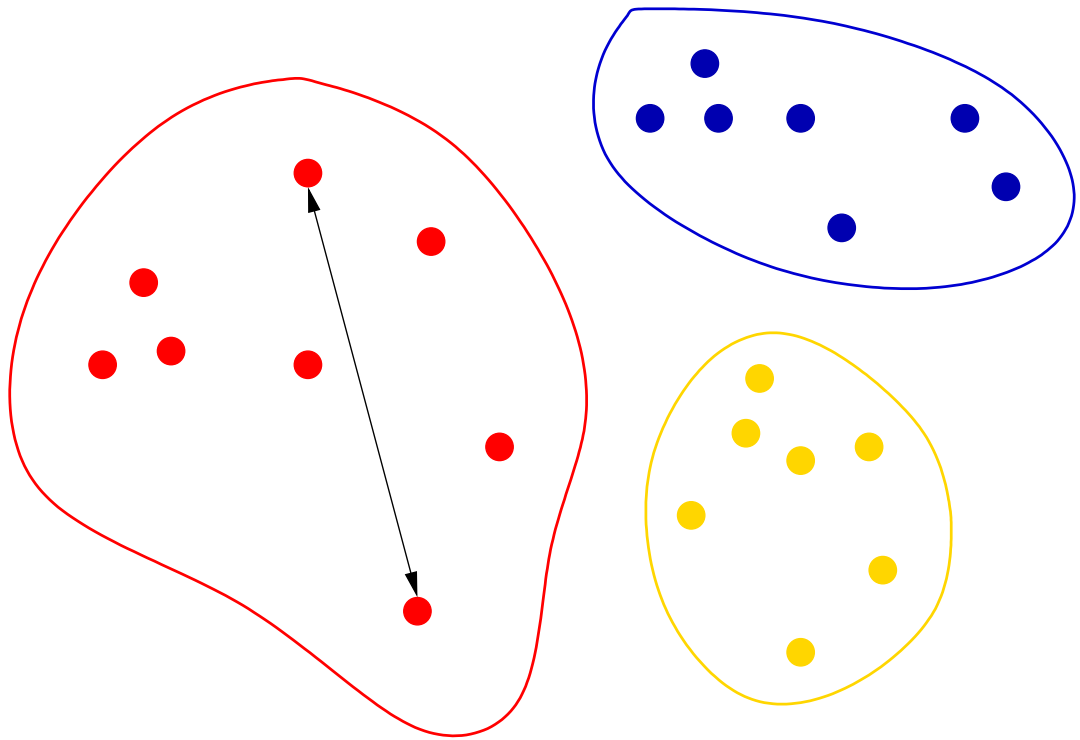
$$d(u, v) = \frac{m(u, v) + m(v, u)}{2}$$

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 partitionner 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

Algorithme glouton (non optimal) :

- Soient v_1 et v_2 les deux villes les plus éloignées ($d(v_1, v_2)$ est max.).
- 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

Interface graphique.

Voir la page de Edouard Thiel dédiée à ez-draw :

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

Evaluation.

Répartition :

document 6 points

problème, approche, améliorations apportées, problèmes rencontrés, expérimentations

projet 10 points

structure du projet, qualité du code, justesse, lisibilité, solutions employées,. . .

Validation, expérimentations 4 points

justesse, efficacité, tests sur de gros problèmes,. . .

Génération du réseau.

fonction **genereReseau**(n, d, m, min, max)
(*génère* m *lignes de trains contenant entre* min *et* max *gares*)
(*dans un réseau férroviaire de* n *gares et de densité* d)

début

générer aléatoirement les positions géographiques des villes,
calculer les distances euclidiennes entre les villes,
$n_{ar} := d \times n \times (n-1)/200$,
$A := \emptyset$,
pour $i := 1$ à n_{ar} **faire**
choisir une ville u au hasard (non saturée),
soit v la ville la plus proche telle que $(u, v) \notin A$,
$A := A \cup \{(u, v)\}$,
fin faire
calculer les longueurs D des plus courts chemins dans A,
pour $i := 1$ à m **faire**
$L[i]$:= genererLigne (min, max, A, D, n),
fin faire
renvoyer L,

fin fonction

Génération d'une ligne.

fonction **genererLigne**(min, max, A, D, n)

Data : n le nombre de villes, A un réseau férroviaire,

Result : une ligne contenant entre min et max gares.

begin

DEBUT :

choisir deux villes a et b au hasard;

choisir la longueur l au hasard, telle que $min \leq l \leq max$;

$i := 0$;

$T[i] := a$;

while $i < l$ *et* $T[i] \neq d$ **do**

choisir au hasard une ville v voisine de $T[i]$ telle que $D(v, b) < D(T[i], b)$;

$i := i + 1$;

$T[i] := v$;

if $i < l$ **then**

goto DEBUT;

choisir h le nombre de passages par jour;

générer h horaires de passage H;

return (T, l, H, h);

end

Génération aléatoire.