

# Competitive Programming - TP1

## 1 Description du Problème

Vous êtes donné la description d'une ville, représentée par une grille bidimensionnelle de largeur  $W$  et de hauteur  $H$ .

Sur cette grille, une série de bâtiments sont positionnés et votre objectif est de placer les antennes disponibles aux meilleures positions, selon les exigences de chaque bâtiment, afin de connecter la ville de la meilleure façon possible à l'écosystème 5G.

### 1.1 Bâtiment

Un total de  $N$  bâtiments sont déjà positionnés sur la grille, chacun d'eux dans un emplacement distinct et nécessitant une connexion 5G. Les besoins de connexion de chaque bâtiment peuvent être différents. Chaque bâtiment est caractérisé par trois facteurs :

- Sa position  $(X,Y)$  sur la grille.
- Le poids de la latence  $L$  : à quel point la latence est importante pour le bâtiment.
- Le poids de la vitesse de connexion  $C$  : à quel point la vitesse de connexion est importante pour le bâtiment.

*Plus de détails sur ces caractéristiques seront données ci-dessous.*

### 1.2 Antenne

Un total de  $M$  antennes sont disponibles pour être librement placées sur la grille afin de fournir une connectivité dans leur voisinage. Comme les antennes peuvent également être de différents types, chacune d'elles est caractérisée par deux facteurs :

- Portée  $R$  : la distance que le signal de l'antenne peut atteindre.
- Vitesse de connexion  $C$  : la vitesse de connexion fournie au bâtiment connecté à l'antenne.

Notez qu'une antenne fournira la même quantité de vitesse de connexion à tous les bâtiments qui y sont connectés, quel que soit le nombre de bâtiments.

*Plus de détails sur ces caractéristiques seront données ci-dessous.*

### 1.3 Récompense

L'un des objectifs de l'écosystème 5G étant de connecter tout le monde, une récompense de  $\mathcal{R}$  points sera attribuée au score final uniquement si tous les bâtiments sont connectés à au moins une antenne.

## 2 Format de l'Input

Les données d'entrée seront fournies dans un fichier texte au format ASCII simple et les lignes se termineront par un seul caractère `\n`.

La première ligne de l'entrée contiendra deux nombres entiers séparés par un espace :

- $W$  : la largeur de la grille.
- $H$  : la hauteur de la grille.

La deuxième ligne de l'entrée contiendra trois nombres entiers séparés par des espaces :

- $N$  : le nombre de bâtiments présents dans la grille.
- $M$  : le nombre d'antennes disponibles pouvant être placées dans la grille.
- $\mathcal{R}$  : la récompense attribuée si tous les bâtiments sont connectés au réseau.

Les  $N$  lignes suivantes contiennent chacune quatre nombres entiers séparés par des espaces, caractérisant un bâtiment  $B[i]$  :

- $B_X[i]$  : la coordonnée x du  $i^{eme}$  bâtiment.
- $B_Y[i]$  : la coordonnée y du  $i^{eme}$  bâtiment.
- $B_L[i]$  : le poids de latence du  $i^{eme}$  bâtiment.
- $B_C[i]$  : le poids de vitesse de connexion du  $i^{eme}$  bâtiment.

Les  $M$  lignes suivantes contiennent chacune deux nombres entiers séparés par des espaces, caractérisant une antenne  $A[j]$  :

- $A_R[i]$  : la portée de la  $i^{eme}$  antenne.
- $A_C[i]$  : la vitesse de connexion de la  $i^{eme}$  antenne.

## 3 Format de l'Output attendu

Les données de sortie doivent être enregistrées dans un fichier texte ASCII simple.

La première ligne de la sortie contient un nombre entier :

- $M'$  : le nombre d'antennes placées dans la grille

Les  $M'$  lignes suivantes contiennent deux nombres entiers séparés par un espace :

- $id_i$  : l'identifiant de la  $i^{eme}$  antenne à placer
- $A_X[id_i]$  : la coordonnée x de la  $i^{eme}$  antenne
- $A_Y[id_i]$  : la coordonnée y de la  $i^{eme}$  antenne

L'identifiant de l'antenne est conçu comme l'index à base 0 des antennes disponibles à partir des données d'entrée. C'est-à-dire que la première antenne de l'input correspond à l'identifiant 0, la deuxième correspond à l'identifiant 1, etc.

## 4 Contraintes sur les variables

Les variables d'input sont contraintes de la manière suivante :

- Largeur de la grille :  $10 \leq W \leq 6000$ .
- Hauteur de la grille :  $10 \leq H \leq 6000$ .
- Nombre de bâtiments :  $1 \leq N \leq 350000$ .
- Nombre d'antennes :  $1 \leq M \leq 60000$ .
- Récompense :  $1 \leq \mathcal{R} \leq 200000000$ .
- Poids de latence :  $0 \leq B_L[i] \leq 100$ .
- Poids de vitesse de connexion :  $0 \leq B_C[i] \leq 100$ .
- Portée de l'antenne :  $0 \leq A_R[i] \leq 6000$ .
- Vitesse de connexion de l'antenne :  $1 \leq A_C[i] \leq 10000$ .
- Les coordonnées  $X, Y$  commencent par 0 :  $0 \leq x < W$  et  $0 \leq y < H$ .
- Les id des bâtiments et antennes commence par 0.
- Les coordonnées des bâtiments sont valides et uniques.

Les variables d'output sont contraintes de la manière suivante :

- $1 \leq M' \leq M$ .
- Tous les id des antennes d'output sont valides et uniques.

Pour plus de spécifications :

- Une antenne peut être placée aux mêmes coordonnées qu'un bâtiment.
- Deux antennes ne peuvent pas être placées aux mêmes coordonnées.

## 5 Scoring

Le calcul du score final se fait en deux parties : le score sur la connexion des bâtiments et la récompense.

### 5.1 Score sur la connexion des bâtiments

Pour un bâtiment  $b$ , soit  $r(b)$  l'ensemble des antennes à portée du bâtiment :

$$r(b) = \{a | dist(a, b) \leq A_R[a]\}.$$

La distance  $dist(a, b)$  entre une antenne  $a$  et un bâtiment  $b$  est défini comme la distance de manhattan entre les coordonnées :

$$dist(a, b) = |a_x - b_x| + |a_y - b_y|.$$

Le score  $s(a, b)$  pour un bâtiment  $b$  connecté à une antenne  $a \in r(b)$  est défini par :

$$s(a, b) = B_C[b] \times A_C[a] - B_L[b] \times dist(a, b).$$

On considère qu'un bâtiment  $b$  est connecté à l'antenne maximisant le score  $s(a, b)$  :

$$S(b) = \max_{a \in r(b)} s(a, b)$$

Si aucune antenne n'est à portée du bâtiment ( $r(b) = \emptyset$ ), alors  $S(b) = 0$ . On peut considérer que le score d'un bâtiment ne peut pas être négatif.

### 5.2 Récompense

Si tous les bâtiments sont connectés à une antenne, une récompense  $\mathcal{R}$  sera attribuée au score total. Donc :

$$reward = \begin{cases} \mathcal{R} & \text{si } \forall b, r(b) \neq \emptyset \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}.$$

### 5.3 Score Total

Le score total est calculé comme la somme du score de chaque bâtiment additionné de la récompense :

$$score = \sum_{i=0}^{N-1} S(i) + reward.$$

## 6 Exemple

### 6.1 Fichier d'input

```
15 10
5 4 100
0 7 3 20
12 2 2 14
2 4 1 32
10 7 4 44
11 8 3 23
2 100
4 10
1 50
2 40
```

### 6.2 Fichier d'output

```
4
0 12 3
1 7 6
2 11 7
3 2 4
```

### 6.3 Score

- Bâtiment 0 (0, 7) n'est PAS connecté
- Bâtiment 1 (12, 2) est connecté à l'antenne 0 (12, 3)
  - Distance : 1
  - Vitesse de connexion : 100
  - Score de connexion :  $14 \times 100 = 1400$
  - Malus de latence :  $2 \times 1 = 2$
  - Score total : 1398
- Bâtiment 2 (2, 4) est connecté à l'antenne 3 (2, 4)
  - Distance : 0
  - Vitesse de connexion : 40
  - Score de connexion :  $32 \times 40 = 1280$
  - Malus de latence :  $1 \times 0 = 0$
  - Score total : 1280
- Bâtiment 3 (10, 7) est connecté à l'antenne 2 (11, 7)
  - Distance : 1
  - Vitesse de connexion : 50
  - Score de connexion :  $44 \times 50 = 2200$
  - Malus de latence :  $4 \times 1 = 4$
  - Score total : 2196

- Bâtiment 4 (11, 8) est connecté à l'antenne 2 (11, 7)
  - Distance : 1
  - Vitesse de connexion : 50
  - Score de connexion :  $23 \times 50 = 1150$
  - Malus de latence :  $3 \times 1 = 3$
  - Score total : 1147
- Au total, nous avons donc :
  - Nombre de bâtiments connectés : 4 sur 5
  - Récompense : 0
  - Score total =  $1398 + 1280 + 2196 + 1147 = 6021$