



Concours National d'Informatique
Sujet de demi-finale Montpellier et Toulouse

28 février 2009

POULE DE LARD



1 Préambule

Bienvenue à **Prologin**. Ce sujet est l'épreuve écrite d'algorithmique et constitue la première des trois parties de votre demi-finale. Sa durée est de trois heures, plus vingt minutes consacrées à un entretien individuel. Cet après-midi, vous passerez une épreuve de programmation sur machine (4 heures).

Ceci est une épreuve d'algorithmique. Cela signifie que ce qui intéresse les correcteurs n'est pas la manière dont vous écrivez votre code, qui sera testée cet après-midi, mais votre manière de réfléchir et de résoudre des problèmes.

À ce titre, tous les langages sont autorisés, y compris le pseudo-code, pourvu que vous indiquiez lequel vous utilisez. Si vous éprouvez une quelconque difficulté avec votre langage, vous pouvez ainsi expliquer « en français » votre manière de résoudre la question, à condition que vous indiquiez un processus détaillé facilement transposable en un programme.

Conseils

- Lisez bien tout le sujet avant de commencer.
- **Soignez la présentation** de votre copie.
- N'hésitez pas à poser des questions.
- Si vous avez fini en avance, relisez bien.
- N'oubliez pas de passer une bonne journée.

Remarques

- Le barème est donné à titre indicatif uniquement.
- Indiquez lisiblement vos nom et prénom, la ville où vous passez la demi-finale et la date, en haut de votre copie.
- Si vous trouvez le sujet trop simple, relisez-le, réfléchissez bien, puis dites-le nous, nous pouvons ajouter des questions plus difficiles.
- Le barème récompense les algorithmes les plus efficaces : écrivez des fonctions qui trouvent la solution le plus rapidement possible.
- Ce sont des humains qui lisent vos copies : laissez une marge, aérez votre code, ajoutez des commentaires (**seulement** lorsqu'ils sont nécessaires) et évitez au maximum les fautes d'orthographe.

2 Sujet

Introduction

Dans la fameuse école de magie *Poule de Lard* est formée l'élite des sorciers du monde entier. Cette école possède le meilleur environnement possible, avec des profs plus forts que David Copperfield et évidemment un château enchanté. Des personnages vivent dans les tableaux; l'on y trouve des passages secrets au détour de chaque couloir et surtout des escaliers qui n'en font qu'à leur tête et qui changent de direction sans arrêt.

Aujourd'hui les escaliers ont décidé de faire n'importe quoi. Et les élèves ont bien du mal à rejoindre leurs cours respectifs. La confusion est totale et le seul homme capable de résoudre ce problème, celui qu'on appelle quand il ne reste plus aucun espoir... j'ai nommé *Harry Pot de Fleur*. Même pour le meilleur élève de l'école, la tâche s'avère bien compliquée et c'est seulement grâce à l'aide d'un programme qu'il va pouvoir aider tous ses amis à aller en classe. (quel fayot!!!)

Les étudiants de *Poule de Lard* sortent le matin des dortoirs du rez-de-chaussée et montent dans les étages pour assister aux leçons dans différentes matières : sortilège, potion, divination, lévitation, arithmancie, occlumancie... Pour les première année, heureusement, tous les cours sont au même étage. Il n'y a donc qu'un seul escalier à contrôler pour aller dans sa salle de cours. Cependant chaque cours est dans une aile différente du château; il est donc nécessaire de déplacer l'escalier.



D'humble Dort confie donc à *Harry Pot de Fleur* l'enregistrement de la webcam où l'on voit les élèves arriver minute par minute au pied de l'escalier. L'escalier, lui, se déplace de manière à desservir successivement les différentes ailes du château. Pendant ces déplacements, qui peuvent prendre plusieurs minutes, l'escalier étant massif, des élèves supplémentaires peuvent arriver en bas.

Une fois qu'il est positionné, le temps de montée de l'escalier par les élèves est en revanche, lui, négligeable. Le nombre d'élèves attendant pour un cours donné passe donc immédiatement à zéro dès que l'escalier est en position.

Voici en exemple un petit extrait de la journée à *Poule de Lard* :

– à la minute m

L'escalier était en face du cours de divination, mais on choisit de le déplacer vers le cours de sortilège.

On a en attente :

5 élèves pour le cours de sortilège

2 élèves pour le cours de potion

0 élève pour le cours de divination

3 élèves pour le cours de lévitation

- à la minute $m + 3$
2 nouveaux élèves arrivent pour le cours de potion pendant que l'escalier est encore en train de se déplacer.
On a en attente :
 - 5 élèves pour le cours de sortilège
 - 4 élèves pour le cours de potion
 - 0 élève pour le cours de divination
 - 3 élèves pour le cours de lévitation
- à la minute $m + \text{TEMPSMOUV}$
L'escalier est arrivé en face du cours de sortilège.
On a en attente :
 - 0 élève pour le cours de sortilège
 - 4 élèves pour le cours de potion
 - 0 élève pour le cours de divination
 - 3 élèves pour le cours de lévitation

Question 1 (2 points)

Proposer une ou des structures de données pour stocker le planning d'arrivée des élèves, avec le nombre de gens qui attendent au pied de l'escalier au fil de la journée en fonction de leurs cours respectifs. Vous pourrez utiliser les constantes :

- `MAXMINUTE`, le nombre maximum de minutes lors desquelles l'école est ouverte, compris entre 300 et 600,
- `MAXCOURS`, le nombre maximum de cours à *Poule de Lard*, compris entre 2 et 4,
- `MAXELEVE`, le nombre maximum d'élèves qui attendent en même temps, compris entre 50 et 100.
- `TEMPSMOUV`, le temps que met l'escalier à se déplacer, compris entre 5 et 20.

Attention, cette question est importante car vous utiliserez votre solution pour écrire les fonctions des questions suivantes. Relisez donc entièrement le sujet (et les questions qui suivent) avant de répondre.

Question 2 (2 points)

Écrivez une fonction qui, lorsqu'on lui donne le planning d'arrivée des élèves (*question 1*), et celui du déplacement de l'escalier, calcule le temps d'attente total des élèves.

Question 3 (2 points)

Écrivez une fonction qui, lorsqu'on lui donne le planning d'arrivée des élèves, une minute m et le planning du déplacement de l'escalier jusqu'à cette minute, renvoie le cours pour lequel il y a le plus grand nombre d'élèves qui attendent.

Question 4

Harry Pot de Fleur préfère n'utiliser son cerveau qu'en cas d'extrême nécessité. Il essaie tout d'abord de voir le résultat qui se produit s'il dirige systématiquement l'escalier vers le cours pour lequel il y a le plus de gens qui attendent.

Partie 1 (3 points)

Écrivez une fonction qui, lorsqu'on lui donne le planning d'arrivée des élèves et la position initiale de l'escalier, renvoie le planning de déplacement des escaliers obtenu en appelant la fonction que vous avez écrite à la question 3 dès qu'il est possible à l'escalier de bouger.

Partie 2 (1 point)

Comment appelle-t-on ce type d'algorithmes ?

Expliquez en français (sans écrire de code) pourquoi la fonction ci-dessus ne donnera pas le meilleur résultat possible dans tous les cas.

Partie 3 (1 point)

Donnez un exemple succinct de planning où cette méthode ne va pas fonctionner. Indiquez quel est le meilleur résultat et quel sera le résultat renvoyé.

Question 5

Les solutions approchées c'est bien, mais la solution exacte c'est mieux! *Harry Pot de Fleur* ne veut pas passer pour un empoté; il veut donc trouver la meilleure solution, même si pour cela il doit toutes les tester une par une. (ou pas)

Partie 1 (6 points)

Écrivez une fonction qui, lorsqu'on lui donne le planning d'arrivée des élèves et la position initiale de l'escalier, renvoie le meilleur planning de déplacement des escaliers qu'il est possible d'obtenir pour minimiser l'attente cumulée de tous les élèves.

Partie 2 (1 points)

Estimez grossièrement le temps d'exécution de votre algorithme, dans le cas où MAXMINUTE vaut 600, MAXCOURS vaut 4 et MAXELEVE vaut 50 sur un ordinateur cadencé à 1GHz.

2 points supplémentaires seront accordés si la copie est correctement présentée.

Question bonus

Ces questions peuvent vous rapporter des points seulement si vous avez répondu juste à toutes les questions précédentes.

Question 6++

Étudiez ce qu'il faut changer si les cours ont lieu à des étages différents et s'il faut contrôler plusieurs escaliers. Écrivez un nouvel algorithme pour répondre à la question 5.

Si vous avez fini, vérifiez qu'il n'y a pas d'erreur dans ce que vous avez fait, et demandez une nouvelle question !