

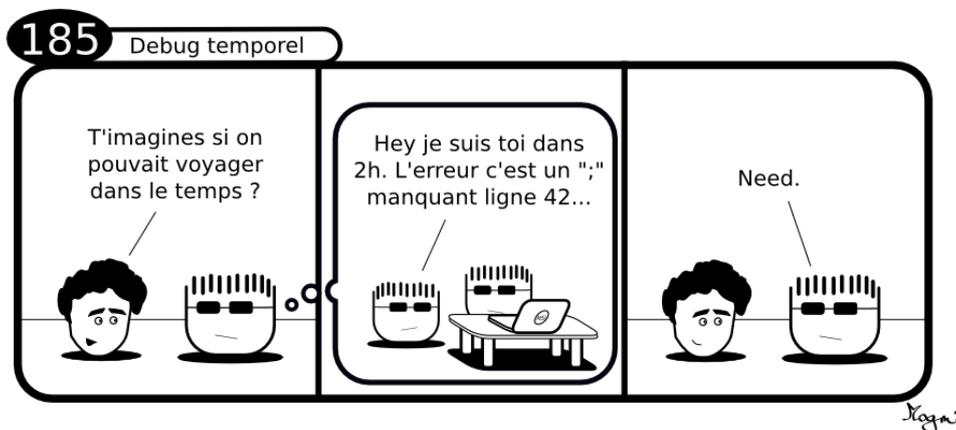


Concours national d'informatique

Épreuve écrite d'algorithmique  
Lyon II & Toulouse

Samedi 25 février 2012

# THE TIME WAR



Hmm la BD – « Debug Temporel », par Mickaël 'Mogmi' Bidon

## 1 Préambule

Bienvenue à **Prologin**. Ce sujet est l'épreuve écrite d'algorithmique et constitue la première des trois parties de votre épreuve régionale. Sa durée est de 3 heures. Par la suite, vous passerez un entretien (20 minutes) et une épreuve de programmation sur machine (4 heures).

### 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, ou préparez votre présentation pour l'entretien.
- 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 l'épreuve et la date en haut de votre copie.
- Tous les langages sont autorisés, veuillez néanmoins préciser celui que vous utilisez.
- 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, sinon ça va barder.
- Le barème récompense les algorithmes les plus efficaces : écrivez des fonctions qui trouvent la solution le plus rapidement possible.
- Si vous trouvez le sujet trop simple, relisez-le, réfléchissez bien, puis dites-le-nous, nous pouvons ajouter des questions plus difficiles<sup>1</sup>.

1. « *Doctor Who ?* », par exemple.

## 2 Sujet

### Introduction

Le Docteur est un extraterrestre de 900 ans qui voyage dans l'espace et le temps dans son vaisseau spatial en forme de cabine téléphonique, plus grande à l'intérieur, le TARDIS<sup>2</sup>.

Pour cela, il se déplace dans une autre dimension appelée le Vortex temporel. Chaque entité est donc présente dans l'espace avec :

- des coordonnées  $x$  et  $y$  (en mètres) qui la situent dans l'espace ;
- une coordonnée  $t$  (en secondes) qui la situe dans le temps.

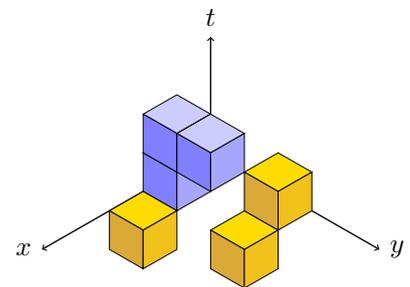
On peut donc considérer le Vortex temporel comme un espace à trois dimensions où la profondeur est remplacée par le temps<sup>3</sup>. Pour plus de simplicité, on considérera que toutes les coordonnées sont positives.

Durant la Dernière Grande Guerre du temps, la race des Seigneurs du temps, dont est issu le Docteur, combat les Daleks<sup>4</sup>.

### Entités

Les entités potentiellement présentes dans le Vortex sont :

- le TARDIS : le vaisseau spatio-temporel du Docteur ;
- des trous noirs, à ne pas traverser ;
- des Daleks : ennemis mortels du Docteur et correcteurs de copies à Prologin, ils peuvent attaquer le TARDIS s'ils ont la même coordonnée  $x$  ou  $y$  que lui à un instant  $t$  ;
- des amas de particules Huon, carburant du TARDIS.



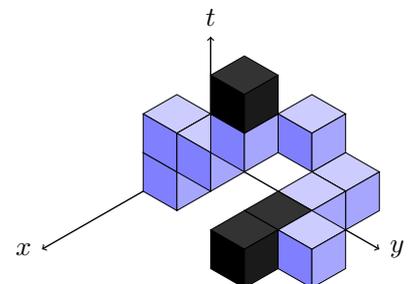
Au temps  $t = 0$ , le TARDIS est en sécurité. À  $t = 1$ , un Dalek peut attaquer une de ses positions, car ils ont la même abscisse.

### Déplacement

- Le TARDIS peut se déplacer dans les 3 dimensions, y compris en diagonale.
- On considère qu'il possède au départ `ENERGIE_INITIALE` points d'énergie.
- Chaque déplacement vers une case de temps inférieur ou égal lui coûte 1 point d'énergie (s'il n'en a plus, il ne peut plus remonter le temps). Un déplacement vers une case de temps supérieur ne coûte pas de point.
- Lorsqu'il franchit un amas de particules Huon, il gagne un point d'énergie (il n'y a pas de valeur d'énergie maximale).

Un *chemin* du TARDIS est une liste de positions successives.

Pour chacune des fonctions que vous écrirez, vous considérez que l'espace-temps occupé par le Vortex est borné (en utilisant par exemple `X_MAX`, `Y_MAX` et `T_MAX` comme constantes).



Un chemin du TARDIS requérant 4 points d'énergie, dans un vortex contenant 3 trous noirs.

2. Time And Relative Dimension In Space.

3. « *People assume that time is a strict progression of cause to effect, but actually, from a non-linear, non-subjective viewpoint, it's more like a big ball of wibbly-wobbly... timey-wimey... stuff.* »

4. Dont l'ultime but est, vous l'aurez deviné, l'anéantissement de toute création.

## Question 1 (2 points)

Indiquez les structures de données que vous allez utiliser pour représenter les différentes entités qui composent le Vortex.

Cette question est importante car vous utiliserez vos structures pour écrire les fonctions des questions suivantes. Relisez donc entièrement le sujet ainsi que les questions qui suivent avant de répondre.

## Question 2 (2 points)

Le TARDIS voyageant dans le temps, il peut être présent à plusieurs endroits  $(x, y)$  dans l'espace du Vortex à un même instant  $t$ .

Écrivez une fonction qui retourne le nombre maximum d'occurrences simultanées du TARDIS dans le Vortex, à partir du chemin qu'il parcourt.

## Question 3 (2 points)

Écrivez une fonction qui prend en paramètre un chemin et détermine s'il est réalisable (c'est-à-dire, s'il ne passe par aucun trou noir et si le TARDIS a suffisamment d'énergie pour l'effectuer).

## Question 4 (3 points)

Les Daleks ont envahi le Vortex temporel et tentent d'empêcher le déplacement du TARDIS.

Écrivez une fonction qui prend en paramètre un chemin réalisable et détermine si le TARDIS peut se faire attaquer par un Dalek.

## Question 5 (4 points)

On considère pour cette question seulement que le TARDIS a une énergie initiale infinie.

Écrivez une fonction qui prend en paramètre deux positions et détermine s'il existe un chemin réalisable les reliant sans risque de se faire attaquer par un Dalek.

## Question 6 (4 points)

À présent que vous savez qu'il existe un chemin réalisable et sans danger pour aller d'un point à un autre, vous en cherchez un requérant le moins d'énergie possible.

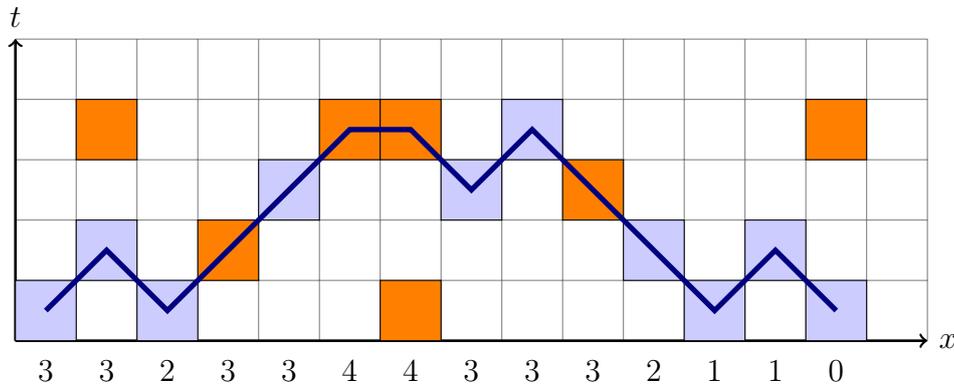
Écrivez une fonction qui affiche un chemin d'énergie minimale entre deux positions passées en entrée.

## Question 7 (5 points)

Dans cette question, on considère que le TARDIS ne se déplace pas via  $y$ , et uniquement dans le sens des  $x$  strictement croissants. Il se trouve qu'à partir du temps `TEMPS_MAX_HUON`, l'espace ne renferme plus de particules Huon.

Les Daleks sont à vos trousses, vous cherchez à fuir, quel est le point le plus éloigné de l'origine que vous pourrez atteindre à l'instant  $t = 0$  ?

Dans cet exemple, si ENERGIE\_INITIALE vaut 3, le chemin permettant d'arriver le plus loin au temps  $t = 0$  fait arriver à l'abscisse 13.



Vous ne pouvez attaquer les questions suivantes que s'il ne vous reste guère de temps<sup>5</sup>.

### Question bonus 8 (4 points)

Quelles modifications apporter à votre algorithme à la question 7 pour prendre en compte toutes les particules huon du vortex (c'est-à-dire, y compris celles d'ordonnée non nulle) ? On considère que le chemin est tel que pour tout  $k$ , à la  $k$ -ième étape,  $\max(|x|, |y|) = k$ .

### Question bonus 9 (1 point)

Décrivez le principe d'un calculateur qui trouverait la réponse à n'importe quel problème  $\mathcal{NP}$ -complet en temps constant, en se servant de la théorie des multivers quantiques et de l'expérience de Schrödinger<sup>6</sup>.

### Question bonus 10 (1 point)

*One more, just one. Is this world protected?*



*I'm going to need a SWAT team ready to mobilize, street level maps covering all of Florida, a pot of coffee, 12 Jammie Dodgers... and a fez!*

Le sujet est sur 22 points, et les questions bonus rapportent au total 6 points, plus 1 point de présentation.

5. JEU DE MOTS DE QUALITER.

6. Et n'oubliez pas : chaque fois que vous essayez de comprendre quelque chose en mécanique quantique, Schrödinger tue un chaton... ou pas.