

L'étoile de Dante



« Dante, égaré dans une forêt obscure, s'efforce, pour en sortir, de gravir une colline lumineuse. Une panthère, un lion, une louve, s'opposent tour à tour à son passage et lui font rebrousser chemin. Paraît Virgile, qui le persuade, pour échapper à ces périls, de visiter les royaumes éternels. Il offre de le conduire lui-même dans l'Enfer et dans le Purgatoire, et Béatrix lui montrera le Paradis. »

Argument du chant 1^{er} - La divine Comédie – Dante Alighieri

Préambule :

Dante doit traverser les enfers, un endroit proprement labyrinthique. On va ici générer des labyrinthes, trouver un chemin de sortie, puis essayer d'aller le plus vite possible. Le sujet sera découpé en 9 parties, à l'instar des 9 cercles de l'enfer que Dante doit traverser pour atteindre le purgatoire.

Modalités :

Générateurs et solveurs : Langage C, fonctions systèmes et libC autorisées, aucune librairie externe autorisée.

Rendu :

« dante », droits à ramassage-tek

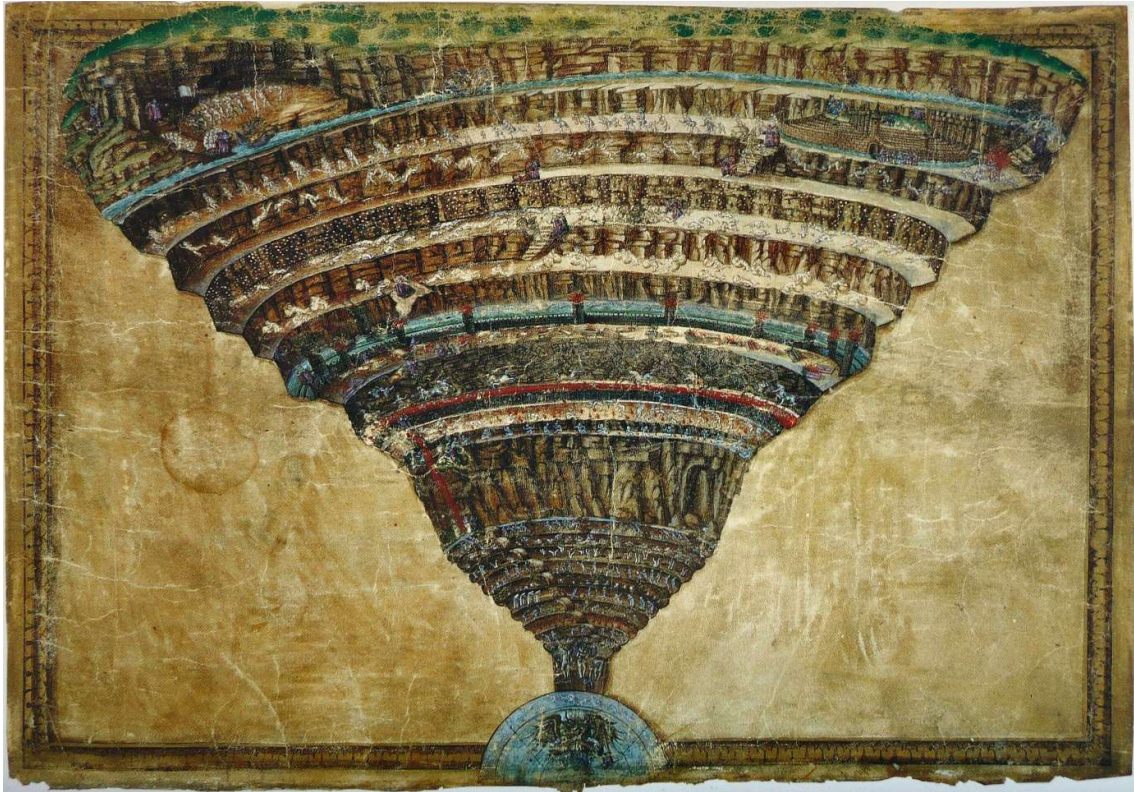


Table des matières

L'étoile de Dante	1
1er Cercle : Les limbes	5
Dessignons un labyrinthe ! Descriptif du format.	6
2ème Cercle : Les luxurieux	7
Fabriquons un labyrinthe ... parfait !	7
3ème Cercle : Les gourmands	8
Fabriquons un labyrinthe ... imparfait !	8
4ème Cercle : Les avares et les prodigues	9
Le parcours en profondeur	9
5ème Cercle : Les coléreux, les rancuniers et les mélancoliques	10
Le parcours en largeur	10
6ème Cercle : Les hérétiques	11
Mesure de la performance	12
7ème Cercle : Les violents	13
Une heuristique pour du A*	13
8ème Cercle : Les fraudeurs	14
Plus loin dans l'optimisation	14
9ème Cercle : Les traîtres	15
Les modalités de rendu	16
Le barème	Erreur ! Signet non défini.
Annexe	16

1er Cercle : Les limbes

*Je pus m'apercevoir que j'étais sur le bord
du vallon douloureux de l'abîme où ne règne
que le bruit infini des lamentations.*

*Il était si profond et si plein de ténèbres
que, malgré mes efforts pour regarder au fond,
je ne puis distinguer aucun de ses détails.*

*« Nous descendons au sein de la nuit éternelle,
dit alors le poète au visage de cire ;
j'entrerai le premier, tu seras le second. »*

*Mais moi, m'apercevant soudain de sa pâleur,
je dis : « Comment entrer, si tu le crains toi-même,
qui devrais cependant me donner du courage ? »*

Chant IV

Ces esprits neutres et lâches, qui ne souffrent pas, mais aspirent au bonheur sans pouvoir l'atteindre, sont sans cesse harcelés par des taons et des guêpes qui les aiguillonnent vainement. On peut y trouver : Homère, Horace, Lucain, Lucrèce, Ovide, Platon, Sénèque, Socrate, Saladin et tous ceux qui ne sont jamais venus au Hub.

Dessignons un labyrinthe ! Descriptif du format.

- 1- Ils sont rectangulaires.
- 2- Ils sont en ASCII
- 3- Les 'X' représentent les murs et '*' les cases libres.
- 4- Depuis une case libre, on peut accéder aux autres cases libres autour.
- 5- Possibilité de déplacement sur les 4 cases autour. (Haut/Bas/Droite/Gauche)
- 6- Le point de départ est le coin supérieur gauche (0 ; 0)
- 7- Le point d'arrivée est le coin inférieur droit.
- 8- Une solution est une suite de cases adjacentes libres allant du point de départ au point d'arrivée inclus.
- 9- Le point d'arrivée et de départ peuvent être occupés. Dans ce cas-là, il n'y a pas de solution.
- 10- Le labyrinthe peut n'avoir aucune solution. (Lorsque vous le chargez)
- 11- La dernière ligne du labyrinthe ne se termine pas par un retour à la ligne.

Astuce :

Affichez avec une police à chasse fixe. (ex : Courier new)

Exemple :

```
*****XX*****X*****XXXXX
XX*****XX***XXXXX***XXX
XX***XXXXX*XXXXXX***XXXXX
XX***XXXXXXXXXXXXXXXXX***X
*****XXXXXX***XX***XXXXX
XX*****XXXXX*****
```

Labyrinthe de taille 24x6.

Point d'arrivée en (23 ; 5)

Labyrinthe solvable.

Résolution :

Pour écrire la solution dans le labyrinthe, on place des 'o' sur le chemin solution.

Exemple :

```
ooooXXooooXoooooooXXXXX
XX**ooooXXooXXXXX*o*XXX
XX***XXXX*XXXXX***oXXXX
XX***XXXXXXXXXXXXXXXXXo***X
*****XXXXXX***XX**oXXXX
XX*****XXXXXooooo
```

2^{ème} Cercle : Les luxurieux

*C'est là qu'attend Minos à l'horrible grimace.
Il se tient à l'entrée et soupèse les fautes,
il juge et il condamne en un seul tour de queue.*

*Chaque esprit qu'on destine aux peines infernales
se montre en sa présence et vient se confesser ;
et ce grand connaisseur, expert en tous les crimes,*

*considère quel coin de l'Enfer lui convient
et enroule à son corps sa queue autant de fois
qu'il veut que le damné descende de degrés.*

Chant V

Les luxurieux sont jetés brutalement dans une tempête infernale où se débattent les tourmentés par leurs désirs charnels. On y trouve entre autre :

Didon, reine de Carthage, « qui se tua par amour » lorsqu'elle fut abandonnée d'Enée après avoir elle-même trahi la promesse de fidélité qu'elle avait faite à son époux défunt Sichée ;

Cléopâtre, reine d'Egypte, maîtresse de César puis d'Antoine ;

Hélène, responsable de la guerre de Troie ;

Achille, piégé par son amour pour Polyxène ;

Francesca da Rimini tuée par son Mari dans les bras de son amant, frère de celui-ci;

Et Lancelot le preux chevalier éperdu d'amour pour l'épouse de son Roi.

Fabriquons un labyrinthe ... parfait !

Dans un premier temps, vous allez générer un labyrinthe parfait.

Un labyrinthe parfait est un labyrinthe qui ne possède aucune boucle, aucun îlot. Si on suit un mur, on parcourt l'intégralité du labyrinthe.

La méthode de génération est libre, mais elle doit fonctionner dans un temps acceptable.

Entrée : Taille du labyrinthe (largeur/hauteur)

Sortie : Un labyrinthe au format demandé, sur la sortie standard

Note : Le labyrinthe doit avoir une solution

3^{ème} Cercle : Les gourmands

*Je me trouvais alors dans le troisième cercle,
châtié par la pluie éternelle et glacée
qui ne cesse jamais de tomber en ce lieu.*

*La grosse grêle et l'eau qui se mêle à la neige
retombent sans répit dans l'air chargé de noir,
transformant en marais la terre empuantie.*

Chant VI

Le cercle réservé aux goinfres est celui d'une pluie éternelle, composée d'eau noirâtre et pesante, de neige et de grêle, rendant la terre puante. Les banqueteurs y sont déchiquetés à leur tour par Cerbère aux trois gueules.

Fabriquons un labyrinthe ... imparfait !

Un labyrinthe imparfait peut contenir des ilots.
Les exigences sont les mêmes :

La méthode de génération est libre, mais elle doit fonctionner dans un temps acceptable.

Entrée : Taille du labyrinthe

Sortie : Un labyrinthe au format demandé, sur la sortie standard

Note : Le labyrinthe doit avoir au moins une solution

4^{ème} Cercle : Les avares et les prodigues

*Nous pûmes donc descendre dans la quatrième fosse
et pénétrer plus loin dans l'horrible vallon
regorgeant comme un sac de tous les maux du monde*

*Qui peut amonceler, ô divine justice,
tant de nouveaux tourments et peines que j'ai vus ?
Et pourquoi notre erreur coûte-t-elle si cher ?*

Chant IX

Enfermés chacun dans leurs excès Avars et Prodiges se cognent et s'essoufflent. Leur démesure les condamne à ne pouvoir avancer ; l'énergie de leur trépidation ne produit rien ; leur attitude est vaine.

Le parcours en profondeur

Il est temps de résoudre ces labyrinthes que vous avez générés !

Votre programme de résolution devra prendre le nom d'un fichier contenant un labyrinthe parfait, et écrire sur la sortie standard la solution.

Ce premier algorithme de résolution devra fonctionner avec un parcours en profondeur.

5^{ème} Cercle : Les coléreux, les rancuniers et les mélancoliques

*Combien se prennent là-haut pour de grands rois
qui seront ici comme porcs dans l'ordure,
laissant de soi un horrible mépris.*

Chant IX

Le parcours en largeur

Vous l'avez peut-être remarqué, le parcours en profondeur, sur les labyrinthes imparfait, ça pose parfois quelques problèmes.

Et si on utilisait un algorithme différent ?

De la même manière, vous allez produire un algorithme qui résout les labyrinthe parfaits et imparfaits, par un parcours en largeur.

6^{ème} Cercle : Les hérétiques

*Nous entrâmes enfin, sans combat, sans encombre ;
et moi, comme toujours, désireux de savoir
l'état et la raison de cette forteresse,*

*je me mis, dès l'entrée, à scruter le paysage
et je vis tout autour une immense campagne
où semblaient habiter le deuil et les tourments.*

*Comme là-bas, près d'Arles où le Rhône s'endort,
ou bien comme à Pola, tout près du Quarnaro,
qui finit l'Italie et baigne ses confins,*

*on voit de vastes champs parsemés de tombeaux,
telle on voyait partout cette immense étendue,
bien que d'une façon mille fois plus horrible ;*

*car parmi les tombeaux des feux éparpillés
les chauffait jusqu'au point de les rendre si blancs,
que le fer ne l'est pas autant sur les enclumes.*

*Les couvercles pourtant demeuraient relevés,
et l'on en entendait de si tristes soupirs,
que l'on comprenait bien leur deuil et leur misère.*

*Alors je demandai : « Maître, qui sont ces gens
qui sont ensevelis dans ces coffres de pierre
et qu'on entend pousser de si cuisants soupirs. »*

*« Ici, répondit-il, sont les hérésiarques,
avec leurs sectateurs de toutes les couleurs ;
les tombeaux en sont pleins plus que tu ne peux croire.*

*Les semblables sont là, mis avec les semblables
et leurs cercueils sont tous plus ou moins échauffés. »
Après cette réponse, il tourna vers la droite,
passant entre le mur et le champ des supplices.*

Chant IX

On peut y rencontrer Epicure, ses disciples & le pape Anastase.

Mesure de la performance

Vous avez maintenant deux algorithmes différents pour résoudre un labyrinthe.
Et si on comparait leurs efficacités ?

Produisez un script shell, aussi simple que nécessaire, qui va tester votre algorithme sur un ou des labyrinthes donnés, et afficher le temps d'exécution du programme.

A propos :

Mesurer la rapidité de votre programme pose deux soucis ici.

Le premier, c'est celui de votre système: La machine n'est pas toujours strictement dans le même état au moment du lancement du programme (consommation des ressources, sticky bit, etc).

Le deuxième, plus évident : vous aurez des résultats différents sur des labyrinthes différents.

Aussi, s'il se trouve que votre algorithme utilise du random, les résultats vont varier sur un même labyrinthe.

Vous devez considérer cela pour penser votre script d'analyse. Votre capacité à connaître objectivement votre progression en dépend.

7^{ème} Cercle : Les violents

1er giron : Violents contre leur prochain

2ème giron : Violents contre eux-mêmes

3ème giron : Violents contre Dieu et contre la nature

*Alors sortit du tronc un souffle qui devint
presque au même moment une voix qui disait :
« Je vais, en peu de mots, te donner la réponse.*

*Lorsqu'une âme trop fière est enfin séparée ;
du corps dont elle s'est elle-même arrachée,
Minos la précipite au septième des cercles. ;*

*Elle tombe en ce bois, mais sans choisir sa place,
au point où le hasard l'a voulu projeter,
et finit par germer, pareille au grain d'épeautre.*

*Un rejeton en sort, qui devient bientôt arbre,
et, en venant ronger ses feuilles, les Harpies
ouvrent un seul chemin à la peine et aux pleurs.*

*Nous aussi, nous irons chercher notre dépouille,
mais sans qu'aucun de nous s'en puisse revêtir,
car on ne peut ravoïer ce qu'on jette soi-même.*

*Nous devons la traîner dans l'affreuse forêt ;
ensuite, chaque corps sera pendu sur place,
au sorbier de l'esprit qui lui fut ennemi.*

Chant XII

Une heuristique pour du A*

Alors que l'on parcourt bêtement notre espace d'état, l'idée vous vient peut-être de le parcourir de manière un peu plus éclairée. Intégrons donc une heuristique !

Votre parcours devient donc un A*.

N'oubliez pas de mesurer la nouvelle performance obtenue.
Est-ce que c'est plus efficace ? Est-ce que ça vaut pour tous les labyrinthes ?

8^{ème} Cercle : Les fraudeurs

1^{er} bolge : Les séducteurs et ruffians

2^{ème} bolge : Les flatteurs

3^{ème} bolge : Les simoniaques

4^{ème} bolge : Les faux devins

5^{ème} bolge : Les trafiquants, prévaricateurs et concussionnaires

6^{ème} bolge : Les hypocrites

7^{ème} bolge : Les voleurs des choses de Dieu

8^{ème} bolge : Les conseillers perfides

9^{ème} bolge : Les fauteurs de Schismes et de Discordes

10^{ème} bolge : Les faussaires

*T'aperçus à ma droite de nouveaux châtiments
et de nouveaux tourments et de nouveaux bourreaux
nui remplissaient d'horreur cette nouvelle fosse.*

*Tous les pécheurs d'en bas étaient nus. Ils marchaient
en deçà du milieu, comme à notre rencontre,
et les autres vers eux, mais d'un pas plus pressé.*

Chant XVIII

Plus loin dans l'optimisation

Vous voilà donc face à vous-même pour cette ultime épreuve.
Le projet va se conclure par un tournoi qui vous permettra d'obtenir des points.
Vous avez les bases en main, maintenant, il faut aller plus vite !

Vous avez beaucoup d'optimisations possibles, que ce soit par la recherche d'heuristiques, le travail des structures de donnée, optimisations locales, prétraitement du labyrinthe, etc...
Soyez imaginatifs !

9^{ème} Cercle : Les traîtres

1^{er} subdivision : Traîtres à leurs parents

2^{ème} subdivision : Traîtres à leur patrie

3^{ème} subdivision : Traîtres à leur hôte

4^{ème} subdivision : Traîtres à leur bienfaiteur

*Quand nous fûmes enfin au fond du sombre puits,
sous les pieds du géant, mais bien plus bas que lui,
je regardais toujours vers la haute paroi,*

*quand j'entendis parler : « Prends garde en avançant
et, en faisant des pas, ne foule pas aux pieds
de tes frères lassés les têtes misérables ! »*

*Et m'étant retourné, j'aperçus devant moi
et sous mes pieds un lac qui, couvert par la glace,
avait plutôt l'aspect du verre que de l'eau.*

Chant XXXII

En ce dernier cercle coule l'un des fleuves de l'Enfer : le Cocyte, un fleuve de glace ; les traîtres y grelottent dans un froid éternel. Dante les apostrophe ainsi : « Plèbe maudite entre toutes, rejetée dans ce lieu dont il est terrifiant de parler, mieux eût valu pour vous que vous eussiez été des brebis ou des chèvres ».

Les modalités de rendu

Pour faciliter l'exploration de votre solution merci de bien vouloir suivre les formalités suivantes :

Vous devez avoir 4 dossiers (tournoi, largeur, profondeur, astar), avec un binaire nommé « solver » généré dedans par un makefile situé à la racine. Vous devez également rendre un dossier generateur, contenant un Makefile et générant un binaire generateur qui génère un labyrinthe.

Un dossier « mazes » qui contient des labyrinthes de votre choix pour effectuer des tests. Et le script de performance, « perf.sh », à la racine qui fonctionne à votre guise.

```
--  
tournoi->solver  
largeur->solver  
profondeur->solver  
astar->solver  
  
generateur->generateur  
mazes-> [Ce que vous voulez]  
perf.sh  
-
```

C'est donc le solver dans « tournoi » qui sera utilisé pour le tournoi.

Chaque solver doit pouvoir fonctionner de la manière suivante « ./solver maze1.txt » et écrire le labyrinthe résolu sur la sortie standard. Si l n'y a pas de solution vous devez écrire « No solution found » sur la même sortie.

Le générateur doit fonctionner de la façon suivante « ./generateur x y [parfait] »

Vous avez le droit de rajouter d'autres arguments **optionnels**, que vous pourrez montrer en pitch.

Evaluation

Il est essentiel pour réussir le module que vous soyez capable de générer un labyrinthe dans un fichier, le résoudre (même s'il est imparfait) dans un temps raisonnable et écrire la solution.

Chaque étape du sujet correspond à des points sur le barème allant jusqu'à 15/20.

Un tournoi comparant les performances sera organisé entre les différents étudiants pouvant accéder au pitch.

Annexe

Sujet basé sur *La divine Comédie* de Dante Alighieri

[\[Download here\]](#)

Dessin de couverture par Héliane Ly, Tek2017, membre du groupe d'IA.

Illustration de deuxième page par Boticelli. [\[See here\]](#)

Quelques extraits (description synthétique des cercles et de leurs occupants) tirés de :

<http://www.philophil.com/philosophe/dante/enfer/enfer.htm>

<http://docteurjp.free.fr/dante/enfer.htm>

http://ledroitcriminel.free.fr/la_science_criminelle/hist_soc_crim/sociologues/dante_la_divine_comedie.htm