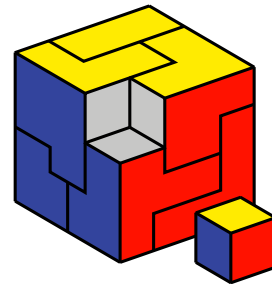


Prologin  
2016



**Guide des bonnes pratiques pour la  
construction et la maintenance de  
tuyaux extracteurs cosmiques à  
vacuité**

**CONFIDENTIEL**

**Informations destinées au personnel détenant la  
certification RS232RJ45-B/α**

Sujet de la finale du Concours National d'Informatique  
Samedi 14 mai 2016



---

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Présentation de ProVogon™</b>	<b>5</b>
2.1	Notre activité . . . . .	5
2.2	Notre modèle économique . . . . .	5
2.3	Nos valeurs . . . . .	6
2.4	Votre mission . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Cahier des charges</b>	<b>10</b>
3.1	Site . . . . .	10
3.2	Déroulement d'un tour . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Tournois</b>	<b>16</b>
4.1	Tournois intermédiaires . . . . .	16
4.2	Rendu final . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Considérations techniques</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>API</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Notes sur l'utilisation de l'API</b>	<b>29</b>
7.1	C . . . . .	29
7.2	C++ . . . . .	29
7.3	C# . . . . .	29
7.4	Haskell . . . . .	29
7.5	Java . . . . .	30
7.6	OCaml . . . . .	30
7.7	PHP . . . . .	30
7.8	Python . . . . .	31



*Ô blas bougriot glabouilleux  
Tes micturations me touchent  
Comme des flatouillis slictueux  
Sur une blotte mouche  
Grubeux, je t'implore  
Car mes fontins s'empalindroment...  
Et surrénalement me sporent  
De croïçantes épiquarômes.  
Ou sinon...nous t'échierons dans les gobinapes  
Du fond de notre patafion  
Tu verras si j'en suis pas cap !*

— Poème Vagon

# 1 Introduction

## Bienvenue à ProVogon™.

Si vous lisez ces lignes<sup>1</sup>, c'est que vous êtes parmi les rares individus à avoir passé nos entretiens (avec brio!), et faites enfin partie de notre grande famille<sup>2</sup>. Félicitations.

Prenez quelques minutes pour méditer sur votre exploit : si vous êtes parvenus jusqu'ici, c'est que :

- vous faites partie des 3 103 274 212 112 vogoïdes ayant postulé en remplissant les formulaires 1149, 1459 et 802.11 sur RS-123 BETELGEU~1 ;
- vous avez successivement passé l'épreuve du feu, l'épreuve de l'eau, l'épreuve du vent, l'épreuve de la chaussure qui fait un peu mal au gros orteil, la dictée à dos de cheval et le remplissage de formulaire peu clair, imprécis et légèrement embarrassant ;
- vous avez découvert la série d'indices qui vous menait à la planète Sol III, en prenant la première à gauche après Proxima ;
- vous avez trouvé le faux concours d'informatique qui nous servait de couverture pour dissimuler nos activités sur cette planète primitive ;
- vous avez prouvé que vous faisiez bien partie de nos meilleurs candidats en réussissant nos épreuves d'informatique<sup>3</sup>.

Nous vous remercions également d'avoir signé notre fausse autorisation de diffusion d'image, dont vous avez bien sûr relevé la mention en petites<sup>4</sup> lignes retranscrite ci-dessous :

*Je m'engage également à exercer au sein de la société ProVogon™ les fonctions d'ingénieur-architecte constructeur de niveau 4, à me conformer aux dispositions conventionnelles en vigueur dans la société ProVogon™ pour une durée indéterminée comprenant une période d'engagement non interruptible de 2455 années terrestres, en vertu du code du travail en vigueur dans le système étatique du sous-groupe galactique Gamma<sup>5</sup>.*

---

1. ... c'est que vous avez beaucoup de temps à perdre, car aucune des informations de ce sujet avant la section 2.4 page 7 n'est utile à sa compréhension.

2. Parlez de nous à vos amis, on recrute.

3. Bien entendu, ces épreuves étaient bien trop dures pour être résolues par de simples humains, il n'y a donc aucun risque que les autochtones soient parvenus jusqu'ici.

4. 7 nanomètres de largeur, au-dessus du minimum prévu par la loi.

5. Congru à 3 modulo 4.

Nous imaginons très bien la joie que vous devez ressentir à l'idée de collaborer avec notre entreprise. Ce petit guide qui vous a été remis a plusieurs objectifs. Tout d'abord, vous présenter la société ProVogon™, ses différents aspects, ses valeurs, ses engagements, et tous les avantages qu'elle vous apportera dans votre parcours professionnel. Ensuite, vous détailler en quoi consistera votre rôle et vos objectifs pour bien entamer votre carrière parmi nous<sup>6</sup>.

Bon courage !

---

6. « Ma mère dit que l'amour vient avec l'habitude » — Curtis, dans *Porco Rosso*. Voir aussi *Syndrome de Stockholm*.

## 2 Présentation de ProVogon™

### 2.1 Notre activité

Fondée il y a plusieurs millions d'années<sup>7</sup> par deux frères Vogons, l'entreprise de construction ProVogon™ a commencé son activité par de simples terraformations de planètes recyclables. La qualité des prestations de ProVogon™ l'a propulsée dans les hautes sphères, ce qui lui a permis d'étendre son activité dans l'assemblage de systèmes planétaires, la mise en orbite de satellites naturels, les spectacles d'éclipse, la mise en place de soleils de plaisance ainsi que la destruction de planètes qui gâchent un peu la vue.

Ainsi, après seulement quelques petits millions d'années d'existence, ProVogon™ est devenue l'entreprise de référence en construction spatiale, ce qui lui a permis de s'attaquer à de nouveaux secteurs d'activités encore inexplorés, comme l'arrachage chirurgical de branches de galaxies ou le dépannage et la tractation des vaisseaux coincés au-delà de l'horizon des événements des trous noirs de petite et moyenne taille.

### 2.2 Notre modèle économique

Pour faire simple, toutes les études de marché sont claires sur un point : l'internalisation des externalités rencontre certaines limites comme la rationalité limitée des agents ou l'incohérence intertemporelle, c'est pourquoi la fiscalité patrimoniale des institutions politico-internationales légales s'impose d'elle-même par la construction emphatique des inégalités sur le terrain, à la fois covariantes et contravariantes. Nous tirons ainsi notre stratégie principalement de la taxation quadratique des agents commerciaux indépendants, notamment dans le cadre de biens substituables par effet de concurrence et de découragement. On a ainsi affaire à un problème de TGO (Théorie Générale des Organisations), pour avoir la vogolexicomatisation des lois du marché propre par sa nucléarité, vous l'aurez compris.

---

7. ProVogon™, Established -273 283 102 (Appellation d'Origine Contrôlée).

## 2.3 Nos valeurs

### 2.3.1 Productivité

*Pour assurer le retour à une croissance à deux chiffres, le dirigisme paternaliste de naguère a laissé place à l'horizontalité d'une gestion collaborative encadrée par des chefs d'équipe qualifiés. Plus un seul collaborateur n'aura à craindre le flétrissement de l'immobilisme. La flexibilité naturelle de l'homme moderne ne sera plus contrariée par aucune entrave. Motivés par leur désir de développement personnel et leur esprit d'entreprise, les équipes rejoignent chaque matin leur poste de travail, leur cœur vaillant battant au rythme des propositions des managers dynamiques.*

— *Maciste contre le Capital*

À ProVogon™, notre priorité absolue est la productivité de nos employés. Nous croyons au sacrifice de soi pour s'assurer une brillante carrière. Nous ne pouvons donc pas tolérer que nos employés perdent de précieuses minutes d'inattention, au risque de baisser significativement leur score lors de leurs revues de performance quotidiennes.

Rassurez-vous : nous avons tout prévu pour que vous n'ayez pas à vous poser de questions. Nous installerons dès que possible un appareil qui vous permettra de rester concentré et attentif en toutes circonstances, en vous envoyant régulièrement des décharges électriques afin que chacun de vos neurones reste dédié à la tâche qui vous est confiée. Tout est plus simple chez ProVogon™ !

### 2.3.2 Avantages des associés

En tant qu'associé de ProVogon™, les avantages dont vous disposez sont nombreux :

- du café et des sucres rapides gratuits ;
- plusieurs dizaines de minutes de repos par jour<sup>8</sup> ;
- 5 semaines de congés payés par siècle ;
- des primes importantes en cas d'accident du travail<sup>9</sup> ;
- et bien d'autres<sup>10</sup> !

---

8. Pendant lesquelles vous serez d'astreinte, bien sûr.

9. Rassurez-vous, ceux-ci sont assez réguliers pour que ces compensations soient importantes !

10. Vous les découvrirez bien assez tôt.



### 2.3.3 Engagements qualité

ProVogon™ attache une importance toute particulière à la qualité de ses prestations. Nous vous demandons pour cela de suivre à la lettre ces quelques consignes simples.

Chaque modification, avant d'être implémentée, doit être minutieusement passée en revue au minimum par les dix-sept premiers niveaux de hiérarchie immédiatement supérieurs à l'employé à l'origine du changement. Lors de ce procédé, chaque personne de la chaîne doit remplir le formulaire Q747 **bleu** pour les personnes de rang **pair** en partant du haut, et le formulaire Q747 **vert citron** pour les personnes de rang **impair**.

Une fois que l'autorisation de principe est ainsi obtenue, le chargé d'implémentation (qui sera détenteur d'au moins trois demi-douzaines de certifications relatives au domaine concerné) devra écrire un rapport fonctionnel détaillé sur chaque ligne de code, qui seront ensuite relus par des personnes choisies au hasard dans l'entreprise.

La validation du changement se fera à la suite d'une soutenance avec des feuillets numériques présentant ses avantages et inconvénients, ainsi que des tests unitaires, des tests d'intégration, des tests de performance, des fiches de test, le tout présenté sur une centaine de graphiques très clairs.

L'implémentation relue, validée, certifiée, authentifiée et prouvée pourra ainsi être intégrée au processus d'intégration qui a lieu tous les 18 mois.

## 2.4 Votre mission

Toute notre activité requiert une énergie importante, et vous avez été recrutés pour faire partie des effectifs ayant pour mission la tâche de la plus haute importance : collecter l'énergie nécessaire au bon déroulement de nos travaux.

Notre collecte d'énergie est entièrement non polluante, basée sur des mécanismes existants avec de l'énergie solaire, et ne dégage absolument pas de dioxyde de carbone : nous **aspirons des étoiles** (des pulsars, plus précisément) à l'aide de **tuyaux géants**, afin de capturer le plasma qui en ressort. Vous serez tout simplement chargés de diriger ces opérations de collecte.

Évidemment, comme dans toute entreprise qui se respecte, vous ne pourrez pas travailler d'égal à égal, c'est pourquoi nous devons vous hiérarchiser aussi vite que possible.

Nous allons procéder de la façon suivante : nous allons vous placer dans une simulation d'une situation réelle de sites de récolte de plasma, et vous vous affronterez les uns contre les autres (à raison de deux personnes par partie).

La seule chose qui nous intéresse est la quantité de plasma que vous serez capables de collecter, c'est pourquoi vous serez uniquement évalués sur cette mesure.

Les sites sur lesquels vous travaillerez prennent la forme de carrés en 2 dimensions. Ceux-ci sont particulièrement singuliers car ils présentent une forte concentration en pulsars qui émettent séquentiellement du plasma autour d'eux. Le plasma émis apporte l'énergie dont nous avons besoin. Cependant, il est hautement instable et ne peut se maintenir dans l'espace de façon autonome. Le seul moyen de le récolter est de le maintenir enfermé dans des tuyaux jusqu'à une base de collection.

Des bases sont disponibles sur la bordure de ces sites et permettent de récupérer l'énergie du plasma. Sur un site donné, chacun des deux opposants disposera de la moitié des bases, l'un occupera les bases au nord et au sud tandis que l'autre disposera de celles à l'est et à l'ouest.

Pour permettre le transport du plasma des pulsars vers vos bases, vous disposerez d'une quantité illimitée<sup>11</sup> de tuyaux.

Chaque base possède une puissance d'aspiration électromagnétique permettant de piéger le plasma et de l'attirer vers elle. Cette aspiration se propage le long des tuyaux avec une atténuation constante. Lorsqu'un plasma est relié à une base par le réseau de tuyaux, il est soumis à cette attraction. Comme il peut être attiré vers plusieurs directions à la fois, il se déplace à chaque instant dans la direction où l'attraction est la plus forte, et il se divise en parts uniformes s'il fait face à plusieurs forces d'attraction identiques provenant de directions différentes.

Chaque base est initialement chargée d'une unité de puissance d'aspiration, vous aurez la possibilité d'en déplacer des unités d'une case de base vers une autre, en faisant attention de ne pas dépasser une certaine limite qui pourrait déclencher une surcharge d'énergie.

Pour corser la partie (et imiter de façon réaliste la fourberie de nos concurrents), il est également possible de détruire les tuyaux présents sur le site, quel que soit le joueur qui l'ait construit. Cependant, une fois détruit, un tuyau

---

11. Illimitée ! Quelles conditions de travail formidables.

laisse des débris empêchant de construire par dessus sans déblayer le lieu au préalable.

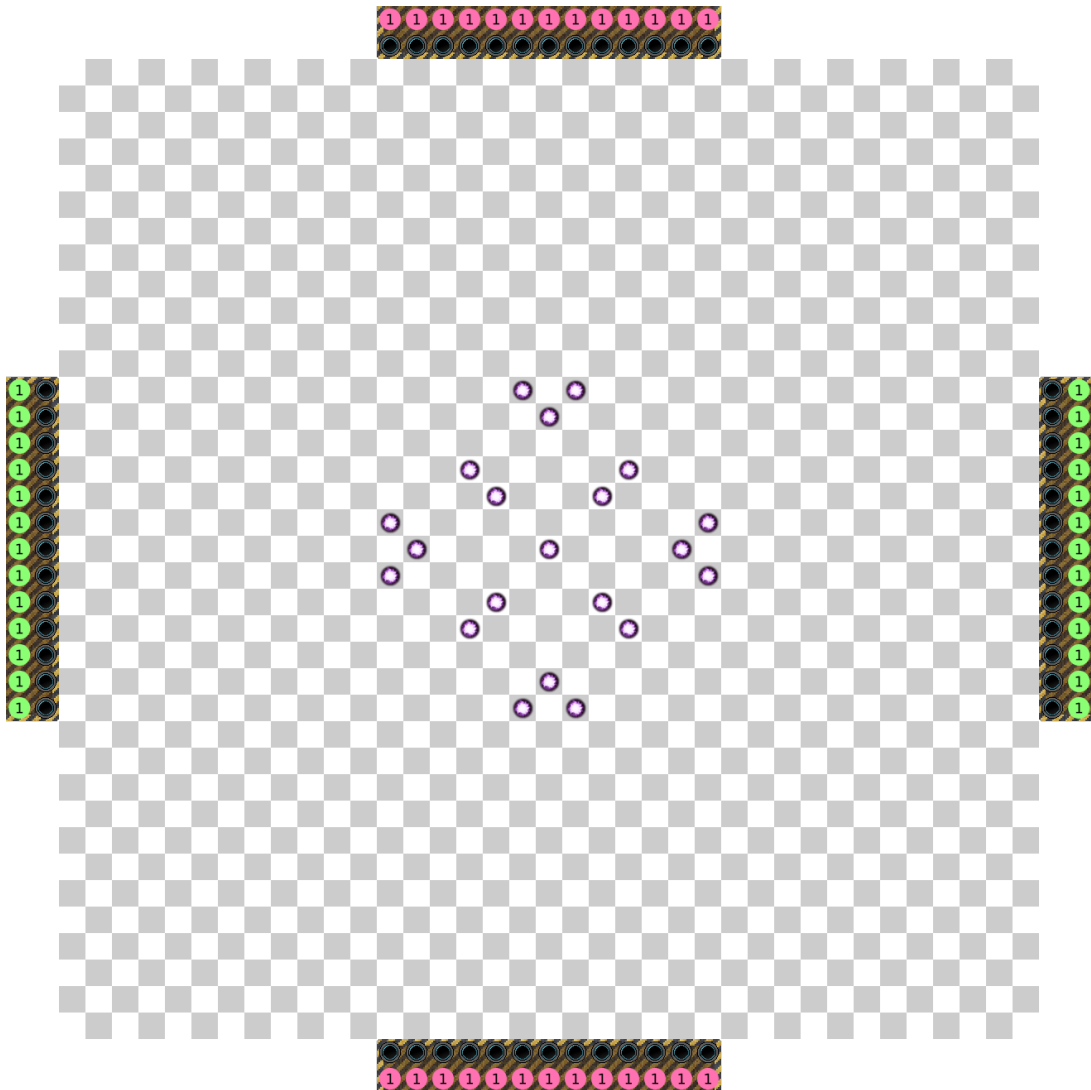
En guise de défense, il est également possible d'améliorer les tuyaux existants, en utilisant notre dernier produit, le SuperTuyau™. Le SuperTuyau™ utilise directement des mathématiques pures pour réécrire les lois de la mécanique des fluides le long des tuyaux. Ainsi, un tel tuyau sera plus coûteux à détruire et tout plasma passant à l'intérieur verra sa vitesse doubler temporairement (c'est-à-dire qu'il se déplacera de deux cases à la fois à chaque tour).

Vous serez évalués sur un temps fixé à l'issue duquel un vainqueur sera désigné. Initialement, le site est vide et ne contient que les pulsars. Certains d'entre eux pourront cesser d'émettre au cours de la partie, car ils disposent d'une quantité de plasma finie. À vous de jouer pour en récolter un maximum !

## 3 Cahier des charges

### 3.1 Site

Chaque site consiste en une grille carrée de `TAILLE_TERRAIN` cases de côté. Au centre de chaque bord se trouve une rangée de bases de `LONGUEUR_BASE` cases, encadrée de zones interdites de chaque côté. Le reste de la région est constitué de pulsars et de cases vides.



### 3.1.1 Base

Les bases se trouvant sur deux bords opposés appartiennent au même joueur. Chaque case possède initialement une unité de puissance d'aspiration, qui pourra être assignée à d'autres cases en cours de jeu, dans la limite de LIMITE\_ASPIRATION unités par case.



Trois cases de base (au sud) de puissance d'aspiration 1, 2 et 1.

### 3.1.2 Zone interdite

Ce sont les cases du bord des sites qui ne sont pas des cases de base, il n'est pas possible de construire par dessus.



La zone interdite, en rouge, de part et d'autre d'une base (au sud) de taille 3 sur un site de côté 9.

### 3.1.3 Vide

Ce sont des cases qui ne contiennent rien, la seule action possible est de construire par dessus.



Du vide entre deux tuyaux.

### 3.1.4 Pulsar

Un pulsar a une position fixe, et possède des caractéristiques qui lui sont propres :

- une période de pulsation  $T$  ;
- une puissance de pulsation  $P$  ;
- un nombre de pulsations restantes  $R$ .



Un pulsar.

### 3.1.5 Tuyau

Le tuyau est un composant qui permet de transporter le plasma. Les effets d'un tuyau (ou d'un Super-Tuyau™) ne dépendent pas du joueur qui l'a construit.



Trois tuyaux.

### 3.1.6 Super-Tuyau™

Le Super-Tuyau™ transporte du plasma plus rapidement qu'un tuyau et coûte plus cher à détruire.



Un SuperTuyau™ entre deux tuyaux.

### 3.1.7 Débris

Ce sont les restes de la destruction d'un tuyau. Du plasma peut en sortir mais pas y rentrer.



Un débris entre deux tuyaux.

## 3.2 Déroulement d'un tour

Au début de votre tour, vous recevez  $NB\_POINTS\_ACTION$  *points d'action* variables pour ce tour seulement. Ils vous permettent d'effectuer les actions ci-dessous.

### 3.2.1 Actions

**Construire un tuyau** Vous pouvez dépenser  $COUT\_CONSTRUCTION$  points d'action pour construire un tuyau sur une case vide.

**Améliorer un tuyau en Super-Tuyau™** Vous pouvez dépenser  $COUT\_AMELIORATION$  points d'action pour améliorer un tuyau existant en Super-Tuyau™.

**Détruire un tuyau** Vous pouvez dépenser  $COUT\_DESTRUCTION$  points d'action pour lancer un *tir de plasma* et détruire un tuyau, ou  $COUT\_DESTRUCTION\_SUPER\_TUYAU$  points d'action pour détruire un Super-Tuyau™. Un tir de plasma vous consomme de plus  $CHARGE\_DESTRUCTION$

charges de plasma que vous avez collecté. La case visée est remplacée par une case de débris.

Le plasma encore présent dans le tuyau ou Super-Tuyau™ détruit persiste dans les débris.

**Déblayer des débris** Vous pouvez dépenser  $COUT\_DEBLAYAGE$  points d'action pour déblayer des débris, rendant la case vide.

**Modifier la puissance d'aspiration** Cette action est gratuite une fois par tour, et coûte ensuite  $COUT\_MODIFICATION\_ASPIRATION$  points d'action à refaire dans le même tour.

Vous déplacez une unité de puissance d'aspiration d'une de vos cases de base à une autre (éventuellement sur le bord opposé). Bien sûr, vous ne pouvez effectuer cette action que si la première case possède au moins une unité.

### 3.2.2 Plasma

Les pulsars sur la carte pulsent régulièrement du plasma que vous devez acheminer à votre base avec des tuyaux pour l'extraire et augmenter votre score. La quantité de plasma se mesure en *charges*, un nombre réel positif.

À la fin du tour de chaque joueur, le plasma présent sur la carte se déplace en direction des bases les plus proches.

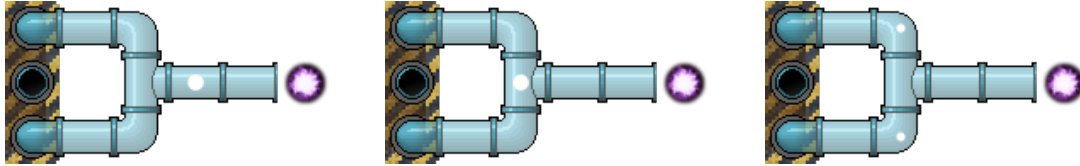
Le plasma dans des tuyaux qui ne sont reliés à aucune base par d'autres tuyaux disparaît définitivement. Sinon, les règles ci-dessous s'appliquent.



- $t_0$  : du plasma dans un tuyau en direction de la base.
- $t_1$  : un joueur a détruit un tuyau, le plasma qui n'est pas encore arrivé dans la base est donc perdu.

La *distance effective* entre une case  $c$  et une case de base  $b$  est égale à  $D(c, b) - A(b)$ , où  $D(c, b)$  est la longueur du plus court chemin de  $c$  à  $b$  ne passant que par des tuyaux et  $A(b)$  est la puissance d'aspiration possédée par la case  $b$ . Un Super-Tuyau™ est considéré comme un tuyau dans le calcul des distances. La

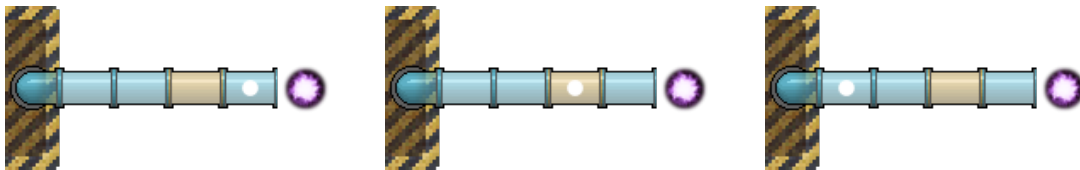
distance minimale d'une case est la plus petite distance effective entre cette case et n'importe quelle case de base à laquelle elle est reliée.



Déplacement du plasma à une intersection. Toutes les bases ont la même puissance d'aspiration.

À la fin d'un tour, il peut y avoir du plasma dans un tuyau, un Super-Tuyau™, ou des débris. À partir d'une case à distance minimale  $D_{\min}$ , le plasma se déplace vers les cases voisines de base, tuyau ou Super-Tuyau™ à distance minimale  $D_{\min}-1$ . Il y en a toujours au moins une. Quand il y en a plusieurs, le plasma se divise en quantités égales sur chacune de ces cases. Le plasma qui arrive sur une case de base est immédiatement collecté par le joueur propriétaire de cette case.

Le plasma avance d'une case s'il se trouve initialement sur un tuyau ou des débris, deux sur un Super-Tuyau™, sans être affecté par d'autres Super-Tuyaux™ sur son trajet.



Déplacement du plasma dans un SuperTuyau™.

Enfin, quand la période d'un pulsar  $T$  est un diviseur du nombre de tours passés et qu'il lui reste des pulsations ( $R > 0$ ), il pulse, ce qui décrémente  $R$  et ajoute  $P$  charges de plasma à chacune des quatre cases adjacentes au pulsar. Ce plasma disparaît immédiatement s'il ne se trouve pas dans un tuyau relié à une base.

### 3.2.3 Score

Votre score est la quantité de plasma que vous avez collecté, arrondie à l'entier inférieur. Détruire un tuyau vous coûte du plasma, ce qui réduit effectivement votre score.



### 3.2.4 Format de la carte

La carte est donnée par un fichier texte, où chaque ligne donne les caractéristiques d'un pulsar sur la carte, sous la forme de cinq entiers : *abscisse, ordonnée, période, puissance, nombre total de pulsations*.

Voici un exemple avec deux pulsars :

```
11 15 9 5 8
15 11 9 5 8
```

## 4 Tournois

### 4.1 Tournois intermédiaires

Afin de vous aider à perfectionner vos algorithmes, des tournois intermédiaires vous seront proposés toutes les six heures environ. Ces matchs n'ont absolument aucune influence sur le classement final, mais sont néanmoins à prendre au sérieux car ils vous permettront de vous situer par rapport aux autres joueurs, de connaître vos ennemis, vos points forts et vos faiblesses, et vous donneront des pistes pour vous améliorer pendant la finale.

Les tournois se dérouleront aux horaires suivants :

- Samedi 15 h 42 (tournoi de test)
- Samedi 17 h 42
- Samedi 23 h 42
- Dimanche 5 h 42
- Dimanche 11 h 42
- Dimanche 17 h 42
- **Lundi 00 h 42 (rendu final)**

À chacun des horaires indiqués ci-dessous, nous prendrons le dernier champion que chaque candidat aura envoyé sur le site de soumission pour le faire participer au tournoi, et nous vous donnerons les résultats ainsi que votre progression dès que les tournois se seront terminés, avec un récapitulatif de votre progression globale.

Les tournois seront exécutés sur des cartes officielles de notre choix, qui seront potentiellement amenées à changer au fur et à mesure.

### 4.2 Rendu final

Le rendu final est le seul rendu qui comptera pour le classement. Les mêmes règles s'appliquent : le dernier champion soumis à l'heure du début du tournoi sera le champion utilisé pour le tournoi final.

Lors du tournoi final, plusieurs cartes seront ajoutées, qui resteront inconnues de tous les joueurs à l'avance, afin de mesurer l'adaptabilité de vos algorithmes à des situations inconnues.

Pour le rendu final, nous vous demandons de rajouter des commentaires qui résument le fonctionnement des différents blocs logiques de votre code, ainsi qu'un **commentaire global en haut de votre fichier principal** qui détaille

vosre stratégie ainsi que les différents algorithmes que vous avez employés pour l'implémenter.

## 5 Considérations techniques

Vous disposez d'une seconde (temps réel !) à chaque fois qu'une de vos fonctions est appelée pour rendre la main. Passé ce délai, votre programme est tué, le match continue sans vous et vos fonctions ne sont plus appelées. Il n'est pas possible de revenir en jeu tout simplement parce qu'il n'y a aucun moyen de rétablir l'état des environnements des langages après une interruption. Les limites de mémoire sont faites avec des cgroups, ce qui fait que l'allocation échouera si vous essayez de dépasser la limite qui vous est accordée. Cette limite compte aussi la taille de la pile.

D'autres limitations sont appliquées :

- le système de fichiers est entièrement en lecture seule ;
- seuls /usr, /var et /tmp sont montés ;
- vous n'avez pas le droit d'utiliser des processus en parallèle ;
- la mémoire est limitée à 500 Mio ;
- la taille totale de votre output ne doit pas dépasser 256 Kio (elle sera tronquée à partir de cette limite) ;
- le temps d'exécution total du processus est limité à 300 secondes de temps réel ;
- chaque appel de fonction est limité à une seconde de temps réel plus 500 millisecondes de marge pour prendre en compte le surcoût de sérialisation/désérialisation des valeurs depuis et vers les langages cibles.

## 6 API

**Constante :** TAILLE\_TERRAIN

**Valeur :** 39

**Description :** Taille du terrain (longueur et largeur).

**Constante :** LONGUEUR\_BASE

**Valeur :** 13

**Description :** Longueur de chacune de vos deux bases.

**Constante :** NB\_TOURS

**Valeur :** 100

**Description :** Nombre de tours à jouer avant la fin de la partie.

**Constante :** NB\_POINTS\_ACTION

**Valeur :** 4

**Description :** Nombre de points d'action par tour.

**Constante :** COUT\_CONSTRUCTION

**Valeur :** 1

**Description :** Nombre de points d'action que coûte la construction d'un tuyau.

**Constante :** COUT\_AMELIORATION

**Valeur :** 1

**Description :** Nombre de points d'action que coûte l'amélioration d'un tuyau.

**Constante :** COUT\_DESTRUCTION

**Valeur :** 3

**Description :** Nombre de points d'action que coûte la destruction d'un tuyau.

**Constante :** COUT\_DESTRUCTION\_SUPER\_TUYAU

**Valeur :** 4

**Description :** Nombre de points d'action que coûte la destruction d'un Super Tuyau™.

**Constante :** CHARGE\_DESTRUCTION  
**Valeur :** 2.0  
**Description :** Charge en plasma nécessaire pour la destruction d'un tuyau ou d'un Super Tuyau™.

**Constante :** COUT\_DEBLAYAGE  
**Valeur :** 2  
**Description :** Nombre de points d'action que coûte le déblayage d'une case de débris.

**Constante :** COUT\_MODIFICATION\_ASPIRATION  
**Valeur :** 1  
**Description :** Nombre de points d'action que coûte le déplacement d'une unité de puissance d'aspiration de la base (la première modification de chaque tour est offerte).

**Constante :** LIMITE\_ASPIRATION  
**Valeur :** 5  
**Description :** Limite de puissance d'aspiration sur une case de base.

**Constante :** VITESSE\_TUYAU  
**Valeur :** 1  
**Description :** Vitesse du plasma dans un tuyau normal, en nombre de cases par tour.

**Constante :** MULTIPLICATEUR\_VITESSE\_SUPER\_TUYAU  
**Valeur :** 2  
**Description :** Multiplicateur de la vitesse du plasma dans un Super Tuyau™.

- erreur

<b>Description :</b>	Erreurs possibles	
<b>Valeurs :</b>	<i>OK :</i>	L'action a été exécutée avec succès.
	<i>PA_INSUFFISANTS :</i>	Vous ne possédez pas assez de points d'action pour cette action.
	<i>AUCUN_TUYAU :</i>	Il n'y a pas de tuyau à la position spécifiée.
	<i>POSITION_INVALIDE :</i>	La position spécifiée est hors de la carte.
	<i>PUISSANCE_INSUFFISANTE :</i>	Vous ne possédez pas assez de puissance d'aspiration sur cette partie de la base.
	<i>DEPLACEMENT_INVALIDE :</i>	Vous ne pouvez pas déplacer de la puissance d'aspiration d'une case à elle-même.
	<i>PAS_DANS_BASE :</i>	Cette case n'appartient pas à votre base.
	<i>AMELIORATION_IMPOSSIBLE :</i>	Il y a déjà un Super Tuyau™ sur cette case.
	<i>CONSTRUCTION_IMPOSSIBLE :</i>	Il est impossible de construire un tuyau à la position indiquée.
	<i>DESTRUCTION_IMPOSSIBLE :</i>	Il n'y a pas de tuyau à la position spécifiée.
	<i>PAS_DE_PULSAR :</i>	Il n'y a pas de pulsar à la position spécifiée.
	<i>PAS_DE_DEBRIS :</i>	Il n'y a pas de débris à la position spécifiée.
	<i>CHARGE_INSUFFISANTE :</i>	Vous ne possédez pas assez de plasma pour lancer une destruction.
	<i>LIMITE_ASPARATION_ATTEINTE :</i>	Vous avez atteint la limite d'aspiration sur cette case.

#### • case\_type

<b>Description :</b>	Types de cases	
<b>Valeurs :</b>	<i>VIDE :</i>	Case vide
	<i>TUYAU :</i>	Case contenant un tuyau
	<i>SUPER_TUYAU :</i>	Case contenant un Super Tuyau™
	<i>DEBRIS :</i>	Case contenant des débris à débayer
	<i>PULSAR :</i>	Case contenant un pulsar
	<i>BASE :</i>	Case appartenant à une base d'un des joueurs
	<i>INTERDIT :</i>	Case où aucune action n'est possible

#### • position

```
struct position {
    int x;
    int y;
};
```

**Description :** Position sur la carte, donnée par deux coordonnées.

**Champs :** *x* : Coordonnée en X  
*y* : Coordonnée en Y

- pulsar\_info

```
struct pulsar_info {
    int periode;
    double puissance;
    int pulsations_restantes;
    int pulsations_totales;
};
```

**Description :** Représente un pulsar existant.

**Champs :** *periode* : Période de pulsation du pulsar  
*puissance* : Quantité de plasma émise par chaque pulsation dans chaque direction  
*pulsations\_restantes* : Nombre de pulsations restantes  
*pulsations\_totales* : Nombre total de pulsations au début de la partie

- construire

erreur construire(position pos)

**Description :** Construit un tuyau sur une case donnée.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- ameliorer

erreur ameliorer(position pos)

**Description :** Améliore un tuyau en Super Tuyau™.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- detruire

erreur detruire(position pos)

**Description :** Détruit un tuyau sur une case donnée.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- deplacer\_aspiration

erreur deplacer\_aspiration(position source, position destination)

**Description :** Déplace une unité de puissance d'aspiration d'une case de votre base vers une autre.

**Parametres :** *source* : Case de la base où est prise la puissance d'aspiration.  
*destination* : Position de la base où est apportée la puissance d'aspiration.

- deblayer

erreur deblayer(position pos)

**Description :** Déblaye une case de débris.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- type\_case

case\_type type\_case(position pos)

**Description :** Renvoie le type d'une case donnée.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- liste\_pulsars

position array liste\_pulsars()

**Description :** Renvoie la liste de tous les pulsars présents.

- liste\_plasmas

position array liste\_plasmas()

**Description :** Renvoie la liste des cases contenant du plasma.



- liste\_tuyaux

position array liste\_tuyaux()

**Description :** Renvoie la liste des cases contenant un tuyau ou Super Tuyau™.

- liste\_super\_tuyaux

position array liste\_super\_tuyaux()

**Description :** Renvoie la liste des cases contenant un Super Tuyau™.

- liste\_debris

position array liste\_debris()

**Description :** Renvoie la liste des cases contenant des débris.

- est\_pulsar

bool est\_pulsar(position pos)

**Description :** Renvoie vrai si et seulement si la case contient un pulsar.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- est\_tuyau

bool est\_tuyau(position pos)

**Description :** Renvoie vrai si et seulement si la case contient un tuyau ou un Super Tuyau™.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- est\_simple\_tuyau

`bool` est\_simple\_tuyau(position pos)

**Description :** Renvoie vrai si et seulement si la case contient un simple tuyau.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- est\_super\_tuyau

`bool` est\_super\_tuyau(position pos)

**Description :** Renvoie vrai si et seulement si la case contient un Super Tuyau™.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- est\_debris

`bool` est\_debris(position pos)

**Description :** Renvoie vrai si et seulement si la case contient un débris.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- est\_libre

`bool` est\_libre(position pos)

**Description :** Renvoie vrai si et seulement s'il est possible de construire sur cette case.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- info\_pulsar

`pulsar_info` info\_pulsar(position pos)

**Description :** Renvoie les informations propres au pulsar à la position donnée.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- charges\_presentes

**double** charges\_presentes(position pos)

**Description :** Renvoie la quantité de plasma sur une case donnée.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- constructeur\_tuyau

**int** constructeur\_tuyau(position pos)

**Description :** Renvoie le numéro du joueur ayant dernièrement construit ou amélioré un tuyau sur une case.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- proprietaire\_base

**int** proprietaire\_base(position pos)

**Description :** Renvoie le numéro du propriétaire d'une case de base.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- ma\_base

position array ma\_base()

**Description :** Renvoie la liste des cases composant votre base.

- base\_ennemie

position array base\_ennemie()

**Description :** Renvoie la liste des cases composant la base de votre ennemi.

- puissance\_aspiration

`int` puissance\_aspiration(position pos)

**Description :** Renvoie la puissance d'aspiration d'une case de base donnée. Renvoie -1 si la position n'est pas celle d'une base.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- directions\_plasma

position array directions\_plasma(position pos)

**Description :** Renvoie pour une case donnée la liste des cases vers lesquelles le plasma se propagera. Renvoie la liste vide si la case n'est pas une case contenant un tuyau ou si elle n'est reliée à aucune base.

**Parametres :** *pos* : Case choisie.

- cout\_prochaine\_modification\_aspiration

`int` cout\_prochaine\_modification\_aspiration()

**Description :** Renvoie la valeur du coût de la prochaine modification de vos puissances d'aspiration.

- hist\_tuyaux\_construits

position array hist\_tuyaux\_construits()

**Description :** Renvoie la liste des tuyaux construits par votre adversaire au dernier tour.

- hist\_tuyaux\_detruits

position array hist\_tuyaux\_detruits()

**Description :** Renvoie la liste des tuyaux détruits par votre adversaire au dernier tour.

- hist\_tuyaux\_ameliores

position array hist\_tuyaux\_ameliores()

**Description :** Renvoie la liste des tuyaux améliorés par votre adversaire au dernier tour.

- hist\_debris\_deblayes

position array hist\_debris\_deblayes()

**Description :** Renvoie la liste des débris déblayés par votre adversaire au dernier tour.

- hist\_points\_aspiration\_ajoutes

position array hist\_points\_aspiration\_ajoutes()

**Description :** Renvoie la liste des cases de base de votre adversaire qui ont reçu un point d'aspiration (une même case peut apparaître plusieurs fois).

- hist\_points\_aspiration\_retires

position array hist\_points\_aspiration\_retires()

**Description :** Renvoie la liste des cases de base de votre adversaire qui ont perdu un point d'aspiration (une même case peut apparaître plusieurs fois).

- moi

int moi()

**Description :** Renvoie votre numéro de joueur.

- **adversaire**

**int** adversaire()

**Description :** Renvoie le numéro de votre adversaire.

- **points\_action**

**int** points\_action()

**Description :** Indique votre nombre de points d'actions restants pour ce tour-ci.

- **score**

**int** score(**int** id\_joueur)

**Description :** Renvoie le score du joueur désigné par le numéro "id\_joueur". Renvoie -1 si "id\_joueur" est invalide.

**Parametres :** *id\_joueur* : Identifiant du joueur

- **tour\_actuel**

**int** tour\_actuel()

**Description :** Renvoie le numéro du tour actuel.

- **annuler**

**bool** annuler()

**Description :** Annule la dernière action. Renvoie "false" quand il n'y a pas d'action à annuler ce tour-ci.

## 7 Notes sur l'utilisation de l'API

### 7.1 C

- Les booléens sont représentés par le type `bool`, défini par le standard du C99, et que l'on retrouve dans le header `stdbool.h`;
- Les fonctions prenant des tableaux en paramètres et retournant des tableaux utilisent à la place de ces tableaux une structure `type_array`, où `type` est le type des données dans le tableau. Ces structures contiennent deux éléments : les données, `type* datas`, et la taille, `size_t size`. Dans tous les cas, la libération des données est laissée au soin du candidat ;
- Tout le reste est comme indiqué dans le sujet.

### 7.2 C++

- Les tableaux sont représentés par des `std::vector<type>` ;
- Le reste est identique au sujet.

### 7.3 C#

- Les fonctions à utiliser sont des méthodes statiques de la classe `Api`. Ainsi, pour utiliser la fonction `Foo`, il faut faire `Api.Foo` ;
- Les noms des fonctions, structures et énumérations sont en `CamelCase`. Ainsi, une fonction nommée `foo_bar` dans le sujet s'appellera `FooBar` en C#.

### 7.4 Haskell

- L'API est fournie par le module `Api`.
- Les énumérations sont représentées par des types sommes, les structures par des records. Seule la première lettre des noms de types et de constructeurs est en majuscule. Le nom du constructeur d'une structure est son nom de type.
- La commande `make doc` permet de générer la documentation dans le fichier `doc/index.html` pour votre code ainsi que pour l'API.
- Pour pouvoir conserver des valeurs entre différents appels à vos fonctions à compléter, il faut utiliser des variables mutables :

```
import Data.IORef
import System.IO.Unsafe (unsafePerformIO)
```

```
-- La pragma NOINLINE est importante !
-- MonType ne doit pas être polymorphe !
{-# NOINLINE maVariable #-}
maVariable :: IORef MonType
maVariable = unsafePerformIO (newIORef maValeurInitiale)

fonctionACompleter :: IO ()
fonctionACompleter = do
  maValeur <- readIORef maVariable
  ...
  writeIORef maVariable maValeur'
```

## 7.5 Java

- Les fonctions à utiliser sont des méthodes statiques de la classe `Interface`. Ainsi, pour utiliser la fonction `foo`, il faut faire `Interface.foo`;
- Les structures sont représentées par des classes dont tous les attributs sont publics.

## 7.6 OCaml

- L'API est fournie par le fichier `api.ml`, qui est open par défaut par le fichier à compléter ;
- Les énumérations sont représentées par des types sommes avec des constructeurs sans paramètres. Seule la première lettre des noms des constructeurs est en majuscule ;
- Les structures sont représentées par des records, sauf pour la structure `position` qui est représentée par un couple `int * int` ;
- Les tableaux sont représentés par des `array` Caml classiques.

## 7.7 PHP

- Les constantes sont définies via des `define` et doivent donc être utilisées sans les précéder d'un signe dollar ;
- Les énumérations sont définies comme des séries de constantes. Se référer à la puce au-dessus ;



- Les structures sont gérées sous forme de tableaux associatifs. Ainsi, une structure contenant un champ `x` et un champ `y` sera créée comme ceci : `array('x' => 42, 'y' => 1337)`.

## 7.8 Python

- L'API est fournie par le module `api`, dont tout le contenu est importé par défaut par le code à compléter ;
- Les énumérations sont représentées par des `IntEnum` Python, qui peuvent-être utilisés comme ceci : `nom_enum.CHAMP` ;
- Les structures sont représentés par des `namedtuple` Python, dont on peut accéder aux champs via la notation pointée habituelle, et qui peuvent être créés comme ceci : `foo(bar=42, x=3)`, sauf pour la structure `position` qui est représentée par un couple `(x, y)`.

### 7.8.1 Python 2

La version de Python par défaut est Python 3. Cependant, si vous souhaitez toujours coder en Python 2, vous pouvez utiliser le dossier `python2` à la place du dossier `python`.

Les différences par rapport à Python 3 sont les suivantes :

- les constantes des énumérations sont représentées par de simples entiers ;
- les gens dans la rue vous jettent des tomates et crient au scandale.