

Il était une fois la vie

Sujet de la finale du Concours National d'Informatique
28 au 30 avril 2007

Table des matières

1 Introduction **1**
1.1 Prélude . . . 1
1.1.1 Introduction . . . 1
1.1.2 De l'infiniment grand à l'infiniment petit . . . 2

2 Général malgré vous **5**
2.1 Votre objectif . . . 5
2.2 Le terrain . . . 6
2.3 Les nutriments . . . 7
2.4 Les cellules . . . 7
2.4.1 Réalité biologique . . . 7
2.4.2 La mitose . . . 8
2.4.3 L'infection . . . 8
2.5 Les leucocytes ou globules blancs . . . 9
2.5.1 Réalité biologique . . . 9
2.5.2 Le miracle de la vie . . . 10
2.5.3 La phagocytose . . . 11
2.5.4 Les anticorps. . . . 11
2.5.5 Communication . . . 12
2.5.6 Vision . . . 13
2.5.7 FIXME : Comment meurt un leucocyte ? . . . 13
2.6 Virus . . . 14
2.6.1 Réalité biologique . . . 14
2.6.2 Caractéristiques . . . 14
2.7 Bactérie . . . 15
2.7.1 Réalité biologique . . . 15
2.7.2 Caractéristiques . . . 15

3 Les outils informatiques **16**
3.1 Constantes . . . 16
3.1.1 Les codes d'erreur . . . 16
3.1.2 Les valeurs maximum . . . 16
3.1.3 L'evolution au cours du temps . . . 17
3.1.4 Les types de tissu . . . 18
3.1.5 L'état de santé des cellules . . . 19
3.1.6 L'état des leucocytes . . . 19
3.1.7 Les valeurs retournées par meilleure_direction . . . 20
3.2 Fonctions d'information . . . 20
3.2.1 Informations sur le monde . . . 20

3.2.2 Informations sur le tour 23
3.2.3 Informations sur les joueurs 23
3.3 Informations sur l'infection 25
3.4 Compétences des leucocytes 25
3.5 Fonctions de commande 26

4 Et que le meilleur gagne **28**

1 Introduction

1.1 Prélude

Chaque année, afin que chacun puisse montrer fièrement à ses parents et amis à quoi ressemble le prestigieux concours auquel ils participent « Tiens regarde, c'est moi juste là, à côté de la machine à barbe à papa ! », nous proposons une vidéo de l'évènement peu[1] de temps après. C'est pour cela que vous verrez se ballader avec une caméra des gens très intéressés par ce que vous faites et qui, bizarrement, ne taperont pas une ligne de code. Ne soyez donc pas inquiets, ce ne sont pas des espions envoyés par d'autres candidats.

1.1.1 Introduction

Cette année, ce sont les quinze ans de Prologin. Déjà. Quinze années de gloire et de prospérité, quinze sujets parmi lesquels se trouvent des cubes vivants, des citrons reproducteurs, des entrepreneurs immobiliers sur une planète extra-terrestre, et même votre propre rôle dans le futur (ou le passé ? je ne sais plus très bien)...Bref ! Alors forcément pour un tel anniversaire, nous voulons faire quelque chose de bien, quelque chose qui marque les esprits.

Nous avons eu l'idée de tirer parti de la vidéo de la finale pour faire de l'audience, de l'audimat, pour faire de vous des stars et être remarqués par tous les grands producteurs. Pour cela, rien de tel que de l'action, du sexe, de l'humour, du suspens, et de l'émotion[2]. Malheureusement, ici nous faisons de l'informatique, et il faut bien reconnaître que l'action y est tout de même relativement discrète[3], le sexe limité à de la drague sur IRC (or vous êtes désormais coupés du monde), et l'humour d'informaticien passe quant à lui assez mal malheureusement : "Ta mère const typée en string !" *Rires enregistrés.*

Enfin les deux derniers éléments sont difficile à faire communiquer. Forcément, on imagine la difficulté que peut représenter pour un metteur en scène le défi de faire ressortir de façon palpable toute la tension liée à une compilation de

[1] Bon parfois tout est relatif. ;-)

[2] Notez qu'en ne gardant que les deux premiers, ça donne un résultat parfaitement moisi mais financièrement très rentable.

[3] Mais heureusement en dehors de l'informatique, il y a justement de l'action pendant une finale Prologin !

code template en C++ : cinq minutes de silence devant un écran qui ne dit rien, et tout à coup mille lignes d'erreur, ou juste rien, voire un timide "Compilation terminée". De même il semble peu aisé de faire comprendre au spectateur le plaisir carnassier d'avoir trouvé l'origine d'une erreur de segmentation, et la traque l'ayant précédée, à coups d'affichages de pile en exécutant du code pas à pas, n'est quant à elle pas simple à rendre captivante non plus : "Ce pointeur nul, j'en fais une affaire personnelle !". Alors les rares réalisateurs qui s'aventurent sur le terrain ont recours à des procédés douteux, comme par exemple représenter l'administrateur système comme un délinquant se déplaçant dans ses salles serveur en skateboard et codant des virus avec des interfaces en 3D.

Pourtant il existe des domaines auxquels les gens ne comprennent absolument rien non plus et qui connaissent néanmoins de gros succès populaires. Prenez par exemple la médecine : tournez une hypothétique série télévisée dans laquelle les héros seraient de brillants médecins d'un hôpital de Chicago et lanceraient des "Je veux NFS[4], iono[5] !" et autres "Il bradycardise[6] !" comme on crie des attaques dans un manga, et vous faites de vos acteurs des stars que l'on s'arrache.

Devant ce constat, il faut se rendre à l'évidence : faisons de la médecine, et c'est le succès assuré !

1.1.2 De l'infiniment grand à l'infiniment petit

Vous avez probablement déjà vu cette vidéo stupéfiante dans laquelle la caméra, partant d'un couple allongé dans l'herbe dans un parc, s'éloigne à vitesse exponentielle, laissant voir la ville, le pays, la planète, le système solaire puis la galaxie, pour arriver aux confins de l'univers ? La caméra revient ensuite, puis commence à descendre au niveau de la main, puis à la taille de l'insecte, de la cellule, de la molécule et enfin de l'atome. C'est à l'échelle de la cellule que nous allons nous placer et observer les interactions.

Depuis que l'homme est Homme — et que la femme aussi est Homme — son corps est le champ d'une bataille qui figure parmi les plus dantesques[7] qui soient. Savez-vous par exemple de quoi est fait votre système immunitaire ? Savez vous ce

[4]Numération formule sanguine, aussi appelé *hémogramme*, ou *examen hématologique complet*, ou plus simplement *hémato* : vous l'avez déjà entendu n'est ce pas ?

[5]Ionogramme : concentration sanguine des différents ions.

[6]La bradycardie se caractérise par un rythme cardiaque trop bas par rapport à la normale.

[7]Il vous faudra lire toute l'œuvre de Dante pour comprendre la comparaison. Et encore...

que sont un virus, une bactérie, un anticorps, un globule blanc ou tout simplement une cellule ? Avez-vous idée de ce qu'il se passe à cette échelle lors d'une infection ? En ce moment même vous êtes la victime d'une attaque d'organismes sans pitié, ni morale. Les hasards de l'évolution ont rendu ce processus vital invisible à nos sens et incontrôlable consciemment (ou contrôlable inconsciemment ?). Rien ne vous garantit alors que vous n'êtes pas sur le point de commettre une grave erreur stratégique aux conséquences aussi imprévisibles que dangereuses... Et si nous vous donnions la possibilité de contrôler votre système immunitaire, pensez vous être capable de faire mieux que des milliards d'années d'évolution ?

L'année dernière, de nombreux candidats se sont amusés à voyager dans le temps. On aurait pu croire que tout en serait resté là et que cela n'aurait pas causé de conséquences particulières (outre l'apparition de quelques millionaires). Hélas ! C'était sous-estimer l'imagination de Dieu et la perversité des coïncidences. Au cours de la finale, un candidat a été porté disparu, probablement suite à une erreur de calcul. On s'était seulement dit qu'un pourcent de perte, c'était négligeable. D'autant plus qu'il était mal classé[8].

Ce matin[9], alors que nous tout était fin prêt pour la finale, un événement pour le moins inattendu se produisit. Dans une des salle-machines, un éclair aveugla un instant les élèves. La seconde d'après, notre candidat perdu se tenait là, au milieu de la salle, avec son tee-shirt Prologin 2006, l'air béat. Une fois remis de ses émotions, il nous fit savoir qu'il était porteur d'un message. Le monde futur l'avait envoyé pour essayer de changer le cours de l'histoire et tenter de sauver l'humanité. Il raconta son périple en 2049 et évoqua de nombreuses choses, pour la plupart confuses. D'après lui, le monde serait ravagé par un virus qui menacerait notre existence. Bref, un scénario classique pour un film de science fiction, en quelque sorte. Sauf qu'il avait l'air sérieux. Il continua de parler, décrivant le virus qui serait une nouvelle espèce particulièrement virulente contre lesquels tous les chercheurs se sont révélés impuissants. Leur dernier espoir résidait dans cette machine qu'il tenait entre les mains. Il s'agissait d'un *Contrôleur Immunitaire à Interface Neuronale*. En le branchant sur un individu on serait capable de contrôler tout son système immunitaire.

Le temps leur a manqué pour développer le programme de contrôle et c'était ce qui justifiait sa venue ici. Une injection d'un isotope radioactif dans son organisme lui permet de résister à l'aspiration temporelle, mais cela ne va pas durer longtemps. Il estime que le temps restant est d'environ 36 heures. 36

[8] Gniark.

[9] Qui a cru que le sujet et le serveur étaient faits à l'avance ?

heures pour sauver une dizaine de milliards de personnes. Concrètement, vous devez programmer le comportement de globules blancs, pour qu'ils résistent plus efficacement aux attaques de virus.

Pour résumer, votre mission, que vous acceptez, consiste à sauver l'humanité.

Rien que ça.

2 Général malgré vous

Résumons donc la situation. Vous venez d'être parachuté Général d'une armée sensée sauvée le monde — non pas l'actuel mais le futur — et tout ça en contrôlant votre propre système immunitaire à travers un CIIN[10]. Ah, j'oubliais presque que vous n'avez pas le droit à l'erreur, que ce n'est ni un exercice, ni une blague et que l'Histoire se souviendra de vous soit comme le plus grand héros de tous les temps, soit comme le pire loser que la terre ait porté. Heureusement qu'il y a de la barbe à papa à volonté !

2.1 Votre objectif

Votre objectif premier est la protection des cellules. Vous devez y voir l'aboutissement de toute votre vie et de votre courte mais intense carrière.

Vous vous en doutez certainement, vous ne serez pas seul à revendiquer la défense indéfectible de ces jeunes et innocentes cellules aux rondeurs alléchantes. Un autre Général sera avec vous pour faire face à la menace. C'est là que le jeu se complique. En effet, vos objectifs sont communs : repousser l'invasion et protéger les cellules, mais en même temps vous voulez d'abord pour votre paroisse ! Concrètement, votre but est de maximiser votre score en nombre de points.

Grâce à la capacité de communication des globules blancs qui vous sera présentée plus tard dans ce document, vous serez à même de communiquer pour élaborer vos stratégies. Mais attention, si vous avez tout intérêt à vous allier dans un premier temps sous peine de vous voir tous les deux submergés, gare au renversement d'alliance une fois la menace extérieure écartée. Voici comment sera calculé votre score à la fin de chaque partie :

$S1 = n * P1 / (P1 + P2)$

$S2 = n * P2 / (P1 + P2)$

[10] Contrôleur Immunitaire à Interface Neuronale

Avec **n** représentant le nombre de cellules sauvées à la fin de la partie. **P1** et **P2** sont respectivement les scores en points obtenus par les deux généraux au cours de la partie avec :

- détruire une bactérie : + 1 point
- détruire un virus : + 5 points
- perdre un globule blanc : - 50 points
- détruire une cellule infectée : + 15 points

Ces formules sont très importantes. Il faut surtout remarquer que votre score final est proportionnel au nombre de cellules sauvées. Ceci est donc votre objectif principal, et la coopération sera indispensable. Remarquez aussi que vous partagez ce score avec l'autre joueur : celui qui aura été le plus actif aura le plus de points. Certains personnages opportunistes pourraient vouloir fausser compagnie pour avoir une plus grosse part, mais c'est une stratégie risquée. Gageons que la communication et l'élaboration de techniques communes vont être les points clés de la victoire. Nous vous encourageons vivement à dialoguer entre vous pour harmoniser les communications afin d'être le plus performant possible.

2.2 Le terrain

C'est donc au plus profond de vous-même que vous allez passer les prochaines 36 heures de votre vie. Que ce soit dans les tissus musculaires, hautement instables, dans le torrent sanguin des artères ou dans les poumons rempli de gaz plus toxiques les uns que les autres[11], vous allez devoir faire front, résister et protéger ces milliards de cellules qui comptent sur vous !

Le terrain donc, est composé de tissus organiques. S'il en existe une myriades de variétés, cela ne vous affectera pas. Ce qui va compter par contre, est la densité de cellules à protéger. Alors qu'en certains endroits elles seront clairsemées, en d'autres il vous faudra faire preuve d'une grande tactique pour toutes les protéger efficacement. Nous allons également considérer que durant ces 36 heures vous allez réussir à rester en vie[12] et donc, où que vous vous trouviez, vous serez toujours soumis à un flux sanguin continu. Suivant l'endroit il pourra varier d'intensité mais par contre, il sera toujours orienté du haut vers le bas.

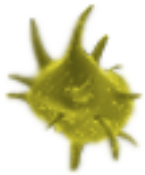
[11] Chienne de vie !

[12] Ça fait beaucoup de paperasse sinon

2.3 Les nutriments

Ils sont la base essentielle de la vie et de sa reproduction. Complément de l'oxygène, ils permettent aux cellules — et aux bactéries — de se reproduire. Ils sont véhiculés par le sang, et suivent en toute logique le flux sanguin. Lorsques des nutriments arrivent au contact d'une cellule ou d'une bactérie, ils sont consommés. Une fois une quantité suffisante ingurgitée, le miracle de la vie s'opère[13].

2.4 Les cellules



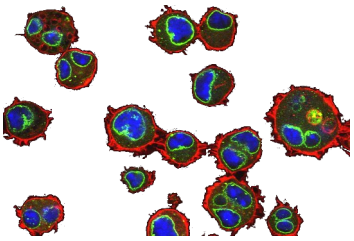
2.4.1 Réalité biologique

La cellule est un petit organisme complexe, composé entre autres d'un noyau avec son brin d'ADN et d'une membrane cytoplasmique la protégeant de l'extérieur. Au sein d'un organisme complexe tel que le corps humain, c'est le rôle du sang d'apporter aux cellules les éléments dont elle à besoin, à savoir oxygène et nutriments. Sans cela, la cellule meurt, tout simplement. Enfin la cellule se reproduit en se divisant en deux, au cours d'un opération relativement longue : la mitose.

Les cellules sont l'élément principal du monde dans lequel nous nous plaçons. Indifférentes à vos actions, mais néanmoins fortement dépendantes de celles-ci, elles se contentent de vivre et de se reproduire. Il vous appartient donc de veiller à ce qu'elles soient en sécurité. Une cellule privée de nutriments mourra, une cellule infectée produira des virus et donnera naissance à une cellule infectée si elle se divise.

[13]Pour ceux qui ne sont pas encore au courant, ça n'a rien avoir avec les choux et les cigognes

2.4.2 La mitose



Pendant que vous êtes aux prises avec virus et bactéries, le corps, lui, continue à vivre. En particulier, les cellules autour de vous continuent d'assurer du mieux qu'elles peuvent leur tâche et vont notamment se multiplier. Cette mitose cellulaire aura lieu dès que la cellule aura suffisament de nutriments à disposition, c'est à dire CELL_MITOSIS_MATERIAL. De plus, ce processus prend un certain temps à s'effectuer à savoir MITOSIS_DURATION.

Faites cependant très attention, lorsqu'une cellule est infectée par une virus, elle continuera de se reproduire dans l'organisme.

2.4.3 L'infection

Si vous échouez lamentablement dans votre rôle de protection des cellules, vous allez vous retrouver avec des cellules infectées. Une cellule infectée voit son ADN profondément modifié et se détourne donc de son rôle premier au sein de l'organisme. Pire, elle va se mettre à son tour à produire des virus. Ajoutez à ça le fait qu'elle continue à se reproduire en donnant naissance à de nouvelles cellules infectées et vous obtenez un scénario catastrophe. Vous imaginerez sans peine le caractère exponentiellement incontrôlable d'une telle infection généralisée. Mais ça, c'est seulement si vous échouez lamentablement. Rassurez-moi, ça n'arrivera pas, n'est-ce pas ?

La mort

Les cellules peuvent mourir soit de mort naturelle, soit de mort naturellement provoquée.

Tout d'abord, si elle vient à manquer de nutriments. Par exemple, si une colonie de bactéries se développe juste au-dessus d'elle, il est fort probable qu'elle ne reçoive plus le moindre nutriment. Ce sera donc la mort assurée. De manière plus pragmatique, si une cellule n'a pas CELL_NUTRIENT au début d'un tour, elle

meurt. Notez qu'une cellule peut stocker des nutriments sans nécessairement les consommer tout de suite.

Ensuite, si jamais un virus, organisme totalement idiot, a été plus malin que vous[14] et qu'il a infecté une cellule, vous avez encore une chance d'éviter une débandade complète. Vos leucocytes[15] sont capables de détecter et détruire les cellules infectées par phagocytage[16], et si le virus était déjà fiché par vos services[17] un bon laché massif d'anticorps[18] saura venir à bout des récalcitrants.

La protection

Vous n'êtes pas le propriétaire ou le gardien de certaines cellules en particulier. Chaque fois qu'une cellule est perdue, les deux équipes en sont pénalisés. C'est pour ça qu'il est primordial pour vous de développer au maximum des stratégies basées sur la communication et l'entraide afin de développer le système immunitaire le plus performant qui soit.

2.5 Les leucocytes ou globules blancs



2.5.1 Réalité biologique

Les leucocytes sont ce que l'on appelle couramment les globules blancs. Fabriqués par la moelle osseuse, ce sont des éléments complexes de la taille d'un globule rouge. Ils passent leur temps à se ballader partout dans le corps, avec pour rôle d'assurer la défense du corps. Ils produisent des anticorps, vérifient la santé des cellules et détectent les cellules infectées, identifient les corps étrangers (bactéries, virus), et enfin font le ménage. En phagocytant un corps étranger, c'est à dire en le digérant, ils peuvent déterminer les anticorps à fabriquer pour

[14] Paye ton sauveur du monde...
[15] Non, ce n'est pas un Pokemon, c'est expliqué dans la suite
[16] Non non, n'insistez pas, ce n'est pas un Pokemon, j'ai dit !
[17] Vous comprendrez plus tard dans le sujet.
[18] Là je pense que vous avez compris avec les Pokemons...

lutter contre l'espèce concernée.

Il existe plusieurs types de leucocytes, avec chacun son rôle, mais dans le sujet nous ne faisons cependant pas cette distinction. D'autre part, en cas d'infection, le corps réagit en augmentant le nombre de leucocytes (ce qui fait une bonne excuse aux médecins pour demander des NFS[19], puisque leur nombre permet donc de savoir s'il y a une infection), mais puisque nous sommes dans une fiction, avec des leucocytes du futur qui plus est, leur nombre sera constant ici.

Le globule blanc est donc l'unité que vous contrôlez. Vous devez préalablement choisir quelles sont les compétences des individus de votre système. Ensuite votre globule peut se déplacer, inspecter les cellules, phagocyter un corps étranger, et ainsi identifier sa signature, détruire une cellule, et enfin produire des anticorps contre les menaces que vous connaissez.

2.5.2 Le miracle de la vie

Lorsque vous déclenchez le processus de genèse d'un globule blanc, vous pouvez faire varier sa composition afin d'influer sur ses performances et donc lui attribuer un rôle spécifique au sein de votre unité. Ajoutez des protéines et votre globule blanc sera à même de lancer plus d'anticorps, plus de lipides et c'est sa vitesse de phagocytose qui s'accroît, plus d'oxygène lui permettra de communiquer plus abondamment avec ses compagnons d'armes et plus de fer lui permettra de voir sa capacité de vision s'accroître.

Attention cependant à ne pas le surcharger de composants, vous risqueriez de vous retrouver avec un globule dégénéré qui serait totalement inefficace !

Pour résumer, vous avez MAX_SKILL points de compétences à répartir[20] parmi les quatre caractéristiques suivantes :

- Nombre d'anticorps lachés ;
- Vitesse de phagocytose ;
- Communication ;
- Vision.

[19] Numération Formule Sanguine ! Vous ne suivez pas ?

[20] Conseil : Ne favorisez pas complétement une des compétences au détriment des autres. Une compétence nulle serait hautement pénalisant.

2.5.3 La phagocytose

La phagocytose est l'attaque de base de vos globules blancs. Métaphoriquement, ils vont *manger* l'organisme cible. Cet organisme peut être un virus, une cellule infectée ou un autre globule blanc...[21] Une phagocytose n'est pas immédiate, elle prend un certain nombre de tours, inversement proportionnel à la quantité de points de compétences que vous y aurez mis. Outre l'avantage notable qu'a la phagocytose de supprimer l'unité visée, lorsqu'elle est utilisée contre un virus, elle permet également à votre globule blanc d'apprendre à produire des anticorps pour détruire ce type de virus. C'est d'ailleurs une condition *sine qua none* pour que votre globule blanc puisse attaquer un virus à l'aide de ses anticorps. Notez que l'effet est rétroactif. Si vous lachez des anticorps et que seulement après vous détruisez un virus par phagocytose, les anticorps que vous avez lachés seront capable de tuer ce type de virus. Notez également que c'est seulement une fois la phagocytose terminée que les anticorps deviennent efficaces.

Lorsqu'une unité est vicitime d'un phagocytage, elle cesse complètement toute activité en cours et ne peut plus qu'émettre des messages. Dans le cas où deux globules blancs essaient de se phagocyter en même temps, il ne se passe rien.

2.5.4 Les anticorps...

Les anticorps sont de petites protéines en forme de Y, qui sont produites par les leucocytes, et qui ont la propriété de pouvoir se fixer sur certaines toxines. En se fixant sur les molécules de fixation d'un virus par exemple, ils l'empêchent lui de se fixer sur une cellule, le neutralisant de facto.

À chaque tour, un globule blanc peut libérer un nombre d'anticorps proportionnel à la quantité de protéines que vous aurez utilisé lors de sa genèse. Une fois lachés, les anticorps vont se répandre dans l'organisme autour de votre globule, majoritairement vers le bas, qui est le sens d'écoulement du sang. La durée de vie de vos anticorps n'est pas illimitée. Même s'ils ne rencontrent aucun corps étranger à combattre ils vont être éliminés petit à petit. Chaque tour verra un certain pourcentage des anticorps présents dans le sang disparaître.

...vs les virus

Pour que vos anticorps soient efficaces contre un type de virus il faut **absolument** que le globule blanc qui les libère ait déjà tué au moins un virus de ce type

[21] Ces '...' sont lourds de sens.

par phagocytose.

Si les anticorps sont efficaces contre le virus rencontré ils vont se fixer sur lui pour le tuer. Un anticorps ne suffit pas pour neutraliser un virus et suivant la résistance de ce dernier il en faudra plus ou moins. Si la quantité d'anticorps qui se sont fixés sur le virus n'est pas suffisante pour le tuer, il survivra à l'attaque mais en ressortira notablement affaibli.

Si par contre l'anticorps ne connaît pas le type du virus il ne va pas le considérer comme un corps étranger et passer à côter sans s'en soucier.

...vs les bactéries

Lorsque des anticorps croisent le chemin de bactéries lors de leur dérive dans le flux sanguin,ils vont massivmeent se fixer sur la colonie. Chaque anticorps va se fixer sur une bactérie et la neutraliser. S'il n'y a pas assez d'anticorps pour neutraliser toute la colonie celle-ci reprendra son développement amputée des bactéries que vous aurez neutralisées.

2.5.5 Communication

Les messages sont un élement vital de votre stratégie. En effet, vous serez beaucoup plus efficace si vos unités communiquent entre elles[22], se partagent des informations et élaborent des stratégies.

Un message est composé de 4 entiers[23] dont vous disposez comme vous le souhaitez.

À chaque tour chacun de vos globules blancs pourra envoyer autant de messages qu'il a de points dans cette compétence en communication. Lorsqu'un message est envoyé, tous les autres globules blancs le reçoivent. Tous, peu importe leur position et peu importe leur équipe. Pour comprendre le principe, imaginez juste que votre globule blanc crie. À chaque tour, vous pouvez (et devriez) lire les messages que vous avez reçus (un message envoyé n'est reçu qu'au tour suivant).

La faculté de communiquer et d'élaborer des stratégies complexes est votre avantage principal sur les virus et bactéries, dépourvus de cette faculté. Réfléchissez bien à cette capacité, c'est elle qui fera la différence et qui vous permettra de gagner.

[22] Attention : contrairement aux années précédentes, vos unités sont exécutées dans des processus distincts. Cela veut dire qu'elles ne peuvent pas partager de données, même si vous utilisez des variables globales.

[23] Chaque entier est stocké sur 16 bits non signés, c'est-à-dire que les valeurs utilisables sont comprises entre 0 et 65535

N'oubliez pas que l'autre équipe reçoit aussi vos messages. Vous pouvez savoir ce que l'autre dit, mais ce n'est pas sûr que vous compreniez le contenu ! Pour vous aider, nous vous fournissons un modèle. Nous vous conseillons fortement de vous en servir, cela vous permettra de vous faire comprendre par l'autre équipe.

- 1er entier : identifiant de l'émetteur
- 2e entier : type de message (voir tableau)
- 3e entier : premier argument
- 4e entier : deuxième argument

valeur	signification	arguments
0	je suis ici	ma position (x, y)
1	je vais là	ma future position
2	il y a un virus	sa position
3	il y a une cellule infectée	sa position
4	À l'aide ! J'ai besoin d'aide ici	ma position

Nous vous conseillons d'utiliser prioritairement ces messages. Si vous suivez le tableau, le troisième entier correspond à la position en x, et le quatrième en y. Pour élaborer des stratégies plus complexes, n'hésitez surtout pas à imaginer les vôtres. Plus vous réussissez à communiquer avec l'autre joueur, et plus vous développez un esprit d'équipe, mieux vous réussirez. Il n'est donc pas idiot de discuter avec les autres candidats et de se mettre d'accord sur d'autres messages à utiliser.

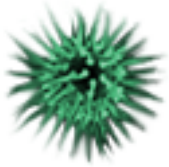
2.5.6 Vision

La dernière compétence sur laquelle vous pouvez influer est la capacité de vision de vos globules blanc. Le globule blanc verra sa vision s'accroître proportionnellement à la quantité de points de compétences que vous lui aurez attribué dans ce domaine. En effet, le nombre que vous attribuez pour cette compétence correspond à la distance de Manhattan jusqu'à laquelle pourra voir le leucocyte. (Rappel : Distance de Manhattan, soit A et B deux points, la distance entre ces deux points est $d = |x_A - x_B| + |y_A - y_B|$).

2.5.7 FIXME : Comment meurt un leucocyte ?

Perdre un de vos globules blancs est sans doute ce qui peut vous arriver de pire. Non seulement cela va vous coûter de nombreux points, mais cela va surtout très gravement vous handicaper pour la suite de la partie. La seule manière d'en perdre un est qu'il soit victime d'un phagocytage sauvage. Pensez à vérifier vos 6 heures !

2.6 Virus



2.6.1 Réalité biologique

Les virus sont des corps, généralement de petite taille, étant incapables de se reproduire par eux mêmes, et utilisant des cellules hôtes pour cela. Pour simplifier, l'infection d'une cellule par un virus se passe de la façon suivante : le virus se fixe à la cellule hôte, fait fusionner son gène avec celui de la cellule, la transformant ainsi en petite fabrique à virus. La cellule se met alors à produire des virus au détriment de sa propre membrane cytoplasmique.

Les virus sont capables de se déplacer et vont chercher des cellules à infecter afin de pouvoir se reproduire. Dès lors qu'un virus infecte une cellule, celle-ci est perdue, et si vous ne faites rien, elle commencera bientôt sa besogne. Les virus peuvent être phagocytés ou neutralisés par des anticorps à la condition que vous les ayez identifiés. Vos anticorps seront inefficaces sur un virus inconnu.

2.6.2 Caractéristiques

Un virus est un adversaire redoutable. Dans un premier temps insensible à vos anticorps tant que vous ne vous n'aurez pas réussi à en attraper un au corps à corps, ils n'auront de cesse de chercher à infecter une cellule afin de pouvoir se multiplier encore et encore.

Les virus ne sont pas liés par un esprit de groupe comme vous l'êtes, et en ça sont vulnérables. Ceci fait que chaque virus se déplacera pour trouver une cellule non-infectée pour l'infecter. Une fois que le virus a pénétré la cellule, celui-ci n'en ressortira plus mais la cellule infectée se mettra à produire des virus du même type.

2.7 Bactérie



2.7.1 Réalité biologique

Les bactéries sont des organismes unicellulaires de tailles et capacités très variées. Lorsque les conditions sont optimales, le nombres d'individus d'une colonie de bactéries peut doubler toutes les vingt minutes. Aussi une colonie à tendance à avoir une croissance exponentielle au début, puis linéaire lorsque les plus vieilles meurent, et enfin décroissante lorsque les ressources sont épuisées. Au sein du corps humain elles sont dix fois plus nombreuses que les cellules.

Vous devez vous méfier des bactéries : elles parasitent le corps et consomment les nutriments au détriment des cellules. Laissez-les se reproduire et elles coloniseront l'organisme jusqu'à l'épuisement des ressources apportées par le sang.

2.7.2 Caractéristiques

Les bactéries n'ont pas de capacités offensives directes mais n'en sont pas moins mortelles pour l'organisme et en particulier les cellules. De par leur croissance exponentielle, elles vont tendre à consommer de plus en plus de nutriments, n'en laissant plus aux cellules. En particulier si une colonie de bactéries se trouve au-dessus d'une cellule, il y a de très fortes chances que cette dernière périsse très rapidement. De la même manière qu'une infection généralisée peut devenir incontrôlable, laisser une colonie de bactéries croître librement c'est sonner le glas de toutes les cellules. Les anticorps seront votre maître atout contre ce type d'invasion. Les lachers massivement au-dessus d'une colonie s'avèrent être une stratégie fort efficace.

3 Les outils informatiques

3.1 Constantes

3.1.1 Les codes d'erreur

Constante : BAD_ARGUMENT
Valeur : -4
Description : Un des arguments passé a la fonction est incorrect.

Constante : INVALID_COMMAND
Valeur : -3
Description : Vous ne pouvez pas appeler cette commande maintenant.

Constante : NO_UNIT
Valeur : -2
Description : L'unité demandée n'existe pas (ou plus).

Constante : UNKNOWN
Valeur : -1
Description : Le résultat ne peut pas être connu.

Constante : SUCCESS
Valeur : 0
Description : La commande s'est correctement effectuée.

3.1.2 Les valeurs maximum

Constante : MAX_TURN
Valeur : 500
Description : Nombre maximum de tours.

Constante : MAX_MAP_SIZE
Valeur : 40
Description : Taille maximum de la carte en largeur-hauteur.

Constante : MAX_BACTERY
Valeur : 30
Description : Nombre maximal de bactéries sur une case.

Constante : MAX_NUTRIENT
Valeur : 17
Description : Nombre maximal de nutriments sur une case.

Constante : MAX_SKILL
Valeur : 12
Description : Nombre maximum de points de compétence d'un leucocyte.

3.1.3 L'evolution au cours du temps

Constante : NEW_NUTRIENT
Valeur : 10
Description : Quantité de nutriments apportés par le sang à chaque tour.

Constante : CELL_NUTRIENT
Valeur : 10
Description : Quantité de nutriments qu'une cellule peut consommer par tour.

Constante : CELL_MITOSIS_MATERIAL
Valeur : 50
Description : Quantité de nutriments dont une cellule a besoin pour faire une mitose.

Constante : VIRUS_MATERIAL
Valeur : 15
Description : Quantité de nutriments dont une cellule a besoin pour fabriquer un virus.

Constante : BACTERY_NUTRIENT
Valeur : 10
Description : Quantité de nutriments qu'une bactérie peut consommer par tour.

Constante : VIRUS_PRODUCTION_DURATION
Valeur : 10
Description : Nombre de tours nécessaires a une cellule pour produire un virus.

Constante : VIRUS_LIFE
Valeur : 50
Description : Nombre de points de vie d'un virus lors de sa création

Constante : MITOSIS_DURATION
Valeur : 50
Description : Nombre de tours nécessaires a une cellule pour se diviser.

Constante : INFECTION_DURATION
Valeur : 10
Description : Nombre de tours nécessaires a un virus pour transformer une cellule.

Constante : PHAGOCYTOSIS_DURATION
Valeur : 30
Description : Nombre de tours nécessaires à un leucocyte pour digérer un virus.

3.1.4 Les types de tissu

Constante : VESSEL
Valeur : 0
Description : Réseau sanguin.

Constante : FLESH
Valeur : 1
Description : Tissu cellulaire.

Constante : WHITE_CELL
Valeur : 2
Description : Un leucocyte se trouve a cet endroit.

Constante : CELL
Valeur : 3
Description : Une cellule se trouve a cet endroit.

Constante : BACTERIA
Valeur : 4
Description : Une bactérie se trouve a cet endroit.

Constante : VIRUS
Valeur : 5
Description : Un virus se trouve a cet endroit.

3.1.5 L'état de santé des cellules

Constante : CELL_STATE_HEALTHY
Valeur : 0
Description : La cellule est saine.

Constante : CELL_STATE_INFECTED
Valeur : 1
Description : La cellule est infectée par un virus.

Constante : CELL_STATE_BEING_INFECTED
Valeur : 2
Description : La cellule est en train d'être infectée.

Constante : CELL_STATE_BEING_PHAGOCYTED
Valeur : 3
Description : La cellule est en train d'etre phagocytée.

Constante : CELL_STATE_DEAD
Valeur : 4
Description : La cellule est morte.

3.1.6 L'état des leucocytes

Constante : STATE_NORMAL
Valeur : 0
Description : Le leucocyte est disponible.

Constante : STATE_PHAGOCYTOSING
Valeur : 1
Description : Le leucocyte est en train de phagocyter.

Constante : STATE_BEING_PHAGOCYTED
Valeur : 2
Description : Le leucocyte est en train d'être phagocyté.

Constante : STATE_DEAD
Valeur : 3
Description : Le leucocyte est mort.

3.1.7 Les valeurs retournées par meilleure_direction

Constante : DEC_Y
Valeur : 0
Description : Déplacement vers le haut.

Constante : DEC_X
Valeur : 1
Description : Déplacement vers la gauche.

Constante : INC_Y
Valeur : 2
Description : Déplacement vers le bas.

Constante : INC_X
Valeur : 3
Description : Déplacement vers la droite.

3.2 Fonctions d'information

Toutes les fonctions peuvent renvoyer les constantes **BAD_ARGUMENT** ou **NO_UNIT** quand au moins un des arguments est incorrect (même si cela n'est pas précisé pour chaque fonction). Par exemple, cela se produit si vous appelez la fonction `regarde` avec `x=-1` et `y=5142`.

3.2.1 Informations sur le monde

- **equipes**

```
int equipes()
```

Description : Nombre d'équipes présentes sur le terrain.

- **nombre_leucocyte**

```
int nombre_leucocyte()
```

Description : Nombre de leucocytes présents sur la map au début du jeu.

- **taille_equipe**

```
int taille_equipe(int numero_equipe)
```

Description : Nombre de leucocytes dans l'équipe.
Paramètres : *numero_equipe* : Numéro de l'équipe

- **mon_equipe**

```
int mon_equipe()
```

Description : Identifiant de votre equipe.

- **mon_identifiant**

```
int mon_identifiant()
```

Description : Identifiant de votre unité

- **taille_corps_x**

```
int taille_corps_x()
```

Description : Taille du monde en largeur.
Retour : Un entier contenant la taille du monde en largeur.
Remarques : Retourne toujours MAX_MAP_SIZE lors des matchs officiels.

• **taille_corps_y**

```
int taille_corps_y()
```

Description : Taille du monde en hauteur.
Retour : Un entier contenant la taille du monde en hauteur.
Remarques : Retourne toujours MAX_MAP_SIZE lors des matchs officiels.

• **regarde**

```
int regarde(int x, int y)
```

Description : Recupère le type de terrain à la position demandée. Si aucun de vos joueurs ne peut voir la case en question (brouillard de guerre), la fonction ne renverra que VESSEL ou FLESH. Si vous pouvez la voir, alors la valeur de retour sera plus précise.
Paramètres : *x* : Coordonnée en x de la case demandée.
y : Coordonnée en y de la case demandée.
Retour : Retourne une des constantes 'types de terrain'.

• **bacteries_presentes**

```
int bacteries_presentes(int x, int y)
```

Description : Dit si des bactéries sont présentes sur la case specifiée.
Paramètres : *x* : Coordonnée en x de la case demandée.
y : Coordonnée en y de la case demandée.
Retour : Retourne 1 si oui, 0 sinon.

• **visible**

```
int visible(int x, int y)
```

Description : Regarde si une case du terrain se trouve dans le champ de vision de vos joueurs.
Paramètres : *x* : Coordonnée en x de la case demandée.
y : Coordonnée en y de la case demandée.
Retour : Retourne 1 si la case est visible, 0 sinon.

3.2.2 Informations sur le tour

- **score**

```
int score(int id)
```

Description : Recupère le score d'une équipe.
Paramètres : *id* : Un identifiant d'équipe.

- **battement_courant**

```
int battement_courant()
```

Description : Date actuelle.

3.2.3 Informations sur les joueurs

- **leucocyte_visible**

```
int leucocyte_visible(int id)
```

Description : Le leucocyte est-il visible ?
Paramètres : *id* : Un identifiant de leucocyte.
Retour : Retourne 1 si le leucocyte est visible, 0 sinon.

- **identifiant_leucocyte**

```
int identifiant_leucocyte(int x, int y)
```

Description : Permet de savoir l'identifiant d'un leucocyte sur une case.
Paramètres : *x* : Coordonnée en x de la case demandée.
y : Coordonnée en y de la case demandée.
Retour : Retourne l'identifiant du leucocyte s'il est visible, UNKNOWN sinon.

• **equipe**

```
int equipe(int id)
```

Description : Récupère l'identifiant d'équipe auquel appartient un leucocyte.
Paramètres : *id* : Un identifiant de leucocyte.

• **position_leucocyte_x**

```
int position_leucocyte_x(int id)
```

Description : Position d'un leucocyte en largeur.
Paramètres : *id* : Un identifiant de leucocyte.
Retour : UNKNOWN si le leucocyte n'est pas visible.

• **position_leucocyte_y**

```
int position_leucocyte_y(int id)
```

Description : Position d'un leucocyte en hauteur.
Paramètres : *id* : Un identifiant de leucocyte.
Retour : UNKNOWN si le joueur n'est pas visible.

• **etat_leucocyte**

```
int etat_leucocyte(int id)
```

Description : Recupere l'état d'un leucocyte.
Paramètres : *id* : Un identifiant de leucocyte.
Retour : UNKNOWN si le leucocyte n'est pas visible.

• **etat_cellule**

```
int etat_cellule(int x, int y)
```

Description : Recupere l'état d'une cellule.
Paramètres : *x* : Coordonnée x de la cellule.
y : Coordonnée y de la cellule.
Retour : UNKNOWN si la cellule n'est pas visible. NO_UNIT s'il n'y a pas de cellule sur la case.

3.3 Informations sur l'infection

Toutes les fonctions renvoient un entier correspondant au succès ou à l'échec de la commande.

- **connait_type**

```
int connait_type(int x, int y)
```

Description : Sert à se renseigner si le joueur connait deja un type de signature d'un virus.

Paramètres : *x* : Coordonnée x à atteindre.
y : Coordonnée y à atteindre.

Retour : SUCCESS si le x, y désigne une zone infectée et que le type est connu. UNKNOWN si le x, y désigne une zone infectée et que le type est inconnu. Sinon, retourne BAD_ARGUMENT

3.4 Compétences des leucocytes

Toutes les fonctions renvoient un entier correspondant au succès ou à l'échec de la commande.

- **definit_competence**

```
int definit_competence(int rapidite, int anticorps,
                       int messages, int vision)
```

Description : Sert à définir les compétences d'un leucocyte

Paramètres : *rapidite* : Rapidité de phagocytose du leucocyte.
anticorps : Nombre d'anticorps laché
messages : Nombre de messages qu'il peut envoyer par tour
vision : Champ de vision du leucocyte

Retour : SUCCESS si les arguments sont corrects (somme des compétence $<$ MAX_SKILL) Sinon, retourne BAD_ARGUMENT

3.5 Fonctions de commande

Toutes les fonctions renvoient un entier correspondant au succès ou à l'échec de la commande.

• **deplace_leucocyte**

```
int deplace_leucocyte(int x, int y)
```

Description : Deplace un de ses leucocyte *vers* la position indiquee. Il ne se deplace que d'une seule case par tour.

Paramètres : *x* : Coordonnee x à atteindre.
y : Coordonnee y à atteindre.

Retour : SUCCESS si le joueur peut se déplacer à la fin du tour (et il le fera), ou INVALID_COMMAND ou BAD_ARGUMENT en cas d'impossibilité.

• **phagocyte**

```
int phagocyte(int x, int y)
```

Description : Phagocytose de l'entité qui se trouve aux coordonnées indiquées. S'il s'agit d'un virus dont le type n'est pas encore connu, l'appel à cette fonction immobilisera plus longtemps le leucocyte que si le type est connu (apprentissage de la signature).

Paramètres : *x* : Coordonnée x de l'entité.
y : Coordonnée y de l'entité.

Retour : SUCCESS si le leucocyte réussi à phagocyter BAD_ARGUMENT ou INVALID_COMMAND sinon

• **emet_anticorps**

```
int emet_anticorps()
```

Description : Le leucocyte émet des anticorps autour de lui et sur sa case

Retour : SUCCESS si le leucocyte réussi à lacher des anticorps BAD_ARGUMENT ou INVALID_COMMAND sinon.

• **transmettre_message**

```
int transmettre_message(int message_arg1, int message_arg2,
                        int message_arg3, int message_arg4)
```

Description : Le leucocyte transmet un message.
Paramètres : Attention : chaque argument du message doit être positif ou nul
message_arg1 : partie 1 du message à transmettre
message_arg2 : partie 2 du message à transmettre
message_arg3 : partie 3 du message à transmettre
message_arg4 : partie 4 du message à transmettre
Retour : SUCCESS si la transmission réussit BAD_ARGUMENT ou INVALID_COMMAND sinon.

• **recevoir_prochain_message**

```
int recevoir_prochain_message()
```

Description : Le leucocyte recoit l'identifiant prochain message qu'on lui a envoyé.
Retour : L'identifiant du message envoyé si un message est disponible, BAD_ARGUMENT ou INVALID_COMMAND sinon.

• **corps_message**

```
int corps_message(int message_id, int argument_id)
```

Description : Permet de récupérer le corps d'un message
Paramètres : *message_id* : Identifiant du message.
argument_id : Numéro de la partie de message à récupérer
Retour : Le message, BAD_ARGUMENT ou INVALID_COMMAND sinon.

4 Et que le meilleur gagne

Il vous reste désormais 36h pour être le plus performant et c'est pour la bonne cause ! Donnez tout !