

# École Publique d'Ingénieurs en 3 ans

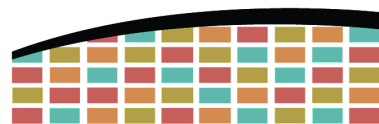
Challenge de programmation

Semestre 6 – 2023-2024

## GRAND PRIX F1

le 20 février 2024,  
version 1.6

Éric Ziad-Forest  
[Karim-Eric.Ziad-forest@ensicaen.fr](mailto:Karim-Eric.Ziad-forest@ensicaen.fr)  
Sébastien Fourey  
[Sebastien.Fourey@ensicaen.fr](mailto:Sebastien.Fourey@ensicaen.fr)



**ENSI  
CAEN**

ÉCOLE PUBLIQUE D'INGÉNIEURS  
CENTRE DE RECHERCHE

[www.ensicaen.fr](http://www.ensicaen.fr)

## Crédits

Le gestionnaire de course utilisé dans ce projet a été conçu et programmé par Julien Gosme, enrichi par Gilles Lebrun puis Sébastien Fourey.

# Table des matières

---

Crédits	2
<b>OBJECTIFS ET ORGANISATION</b>	<b>5</b>
1 Introduction	5
2 Objectifs	5
3 Organisation	5
4 Calendrier prévisionnel	6
<b>PRÉSENTATION DU CHALLENGE</b>	<b>7</b>
5 Les règles du jeu	8
5.1 La piste	8
5.2 Protocole de communication avec le gestionnaire de course	8
5.3 Les règles d'évolution	9
5.4 Gestion du carburant	11
5.5 Interdiction de couper la route	11
6 Fonctionnement du gestionnaire de course	12
6.1 Installation	12
6.2 Cartes	13
6.3 Pilotes	13
6.4 Autres fichiers fournis : le pilote « Droit au but »	13
7 Comment commencer à travailler ?	14
7.1 Dossier de votre pilote	14
7.2 Débogage	14
7.2.1 Traces d'exécutions	14
7.2.2 Gestion des « crashes »	15
7.2.3 Avant de rendre votre pilote	18
<b>COMPÉTITION</b>	<b>19</b>
8 Formules possibles	19
9 Déroulement de la compétition	20
9.1 Règlement de la course	20
9.2 Courses en poules	20
9.3 Repêchage et phase éliminatoire	21
9.4 Finale	21

<b>CONSIGNES</b>	<b>22</b>
10 Consignes à respecter	22
11 Rapport	22
12 Soutenance	23
13 Code source de votre pilote	23
14 Évaluation	23
15 Conclusion	24
Annexes	26
A Programme principal du pilote « droit au but »	26
B Parcours des positions intermédiaires d'un déplacement	27

## Table des figures

---

1 Fenêtre principale du gestionnaire de course.	7
2 Carte « droit au but ».	8
3 Diagramme de séquence de la gestion de course.	10
4 Vecteurs accélération possibles (a) en temps normal et (b) correspondant à l'utilisation d'un <i>boost</i> .	10
5 Mouvement interdit en raison de positions intermédiaires hors-piste (en pointillé rouge).	11
6 La carte « starter virage sable ».	13
7 Log (partiel) du pilote droitAuBut.	15
8 Fenêtre des sorties d'erreurs des pilotes.	16

## Liste des tableaux

---

1 Calendrier prévisionnel.	6
2 Différents types de cases dans une carte.	8
3 Version de libasan associée à gcc.	17
4 Poules possibles pour des courses de 2 pilotes.	19
5 Répartitions possibles en poules selon les contraintes énoncées.	20
6 Points remportés à l'issue d'une course.	21
7 Barème de bonification.	24

# OBJECTIFS ET ORGANISATION

---

## 1 Introduction

Les objectifs et les modalités de ce challenge de programmation sont détaillées dans ce document. Votre travail donnera aussi lieu à une présentation orale devant un jury composé de deux enseignants, ainsi qu'à la rédaction d'un rapport décrivant la solution technique et algorithmique implémentée.

Vos enseignants référents pour ce projet sont :

- [Éric Ziad-Forest](#) pour l'organisation générale, le rapport et la soutenance ;
- [Sébastien Fourey](#) pour la partie compétition (questions relatives au gestionnaire de course, rendu des pilotes, etc.).

Vous pouvez contacter ces enseignants par courriel, mais si vous pensez que la réponse à votre question est susceptible d'intéresser toutes les équipes, postez plutôt votre question sur l'un des deux forums dédiés [sur la plateforme Moodle](#).

## 2 Objectifs

Les objectifs de ce challenge de programmation sont, entre autres :

- d'améliorer vos compétences en C, en algorithmique, en ODL, en gestion de projet ;
- de confronter vos talents de codeur avec les autres ;
- de participer à un projet de manière ludique !

## 3 Organisation

Le travail sera réalisé pour la plupart en binômes (69 étudiants). Pour tenir compte des contraintes dictées par l'organisation d'une compétition équitable d'une durée raisonnable (voir section 8), il a été choisi de répartir les étudiants de la manière suivante :

- 15 binômes ;
- 13 trinômes ;

pour un total de 28 équipes (4 poules de 7 pilotes chacune).

Les binômes devront être saisis sur la plateforme Moodle, les étudiants qui souhaitent travailler en trinôme devront en faire la demande par courriel auprès de [M. Ziad-Forest](#). Les 3 noms donnés dans 4 premiers courriels seront dès lors les 4 seuls trinômes !

## 4 Calendrier prévisionnel

Le calendrier prévisionnel est donné dans le tableau 1.

Mardi 20 février 2024 (15 h 30)	Lancement du challenge
Avant lundi 4 mars 2024, 18 h 00	Remise du nom de l'équipe et de ses membres (sur Moodle)
Avant jeudi 23 mai 2024, 12 h 00	Remise de votre pilote, rapport et diaporama au format PDF (Moodle)
Lundi 27 mai 2024 (après-midi)	Soutenance de votre travail devant un jury
Mardi 28 mai 2024 (après-midi)	Compétition finale en amphi

Tableau 1. *Calendrier prévisionnel.*

# PRÉSENTATION DU CHALLENGE

L'objectif du challenge est de programmer un logiciel de pilotage d'une formule 1 (appelé dans la suite simplement « pilote ») évoluant sur un circuit virtuel. La course en elle-même est régulée par un logiciel qui vous est fourni, le gestionnaire de course (ou « GDC », figure 1). Votre pilote sera obligatoirement écrit en langage C compilable sous Linux Ubuntu 20.04 sans warning. Il communiquera avec le GDC via ses entrée et sortie standard, en mode texte (cf. section 5.2).

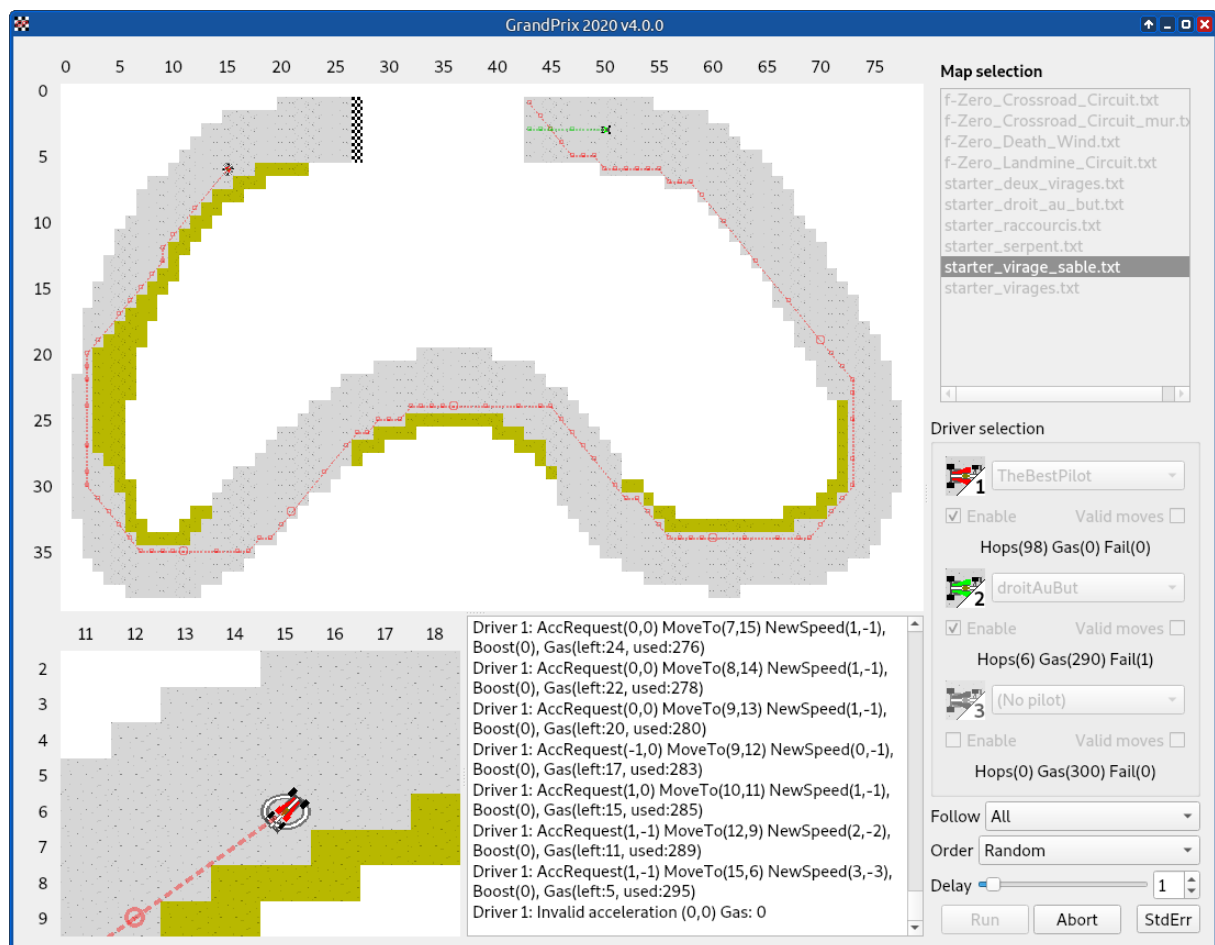


Figure 1. Fenêtre principale du gestionnaire de course.

## 5 Les règles du jeu

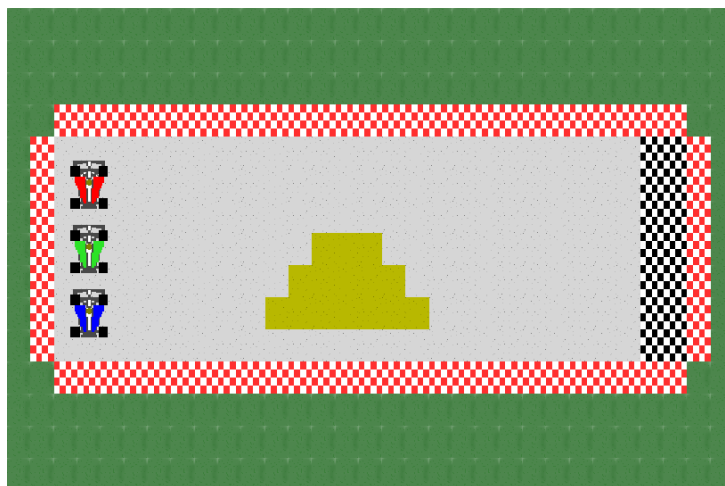
### 5.1 La piste

Une course se déroule sur une piste donnée dans une carte rectangulaire. La carte est une grille discrète de dimensions  $(dx, dy)$ . Chaque case de la grille correspond à un des 4 types de terrain suivants :

Nom	Symbole	Description
Piste	#	Zone de piste normale, le comportement y est optimal pour une formule 1.
Sable	~	Ralentit fortement la formule 1.
Hors-piste	.	Terrain inaccessible à une formule 1.
Arrivée	=	L'objectif est d'atteindre ce type de terrain le plus rapidement possible !

Tableau 2. Différents types de cases dans une carte.

Il existe également 3 cases numérotées de 1 à 3 correspondant aux points de départ des 3 pilotes. Ainsi, la carte de la figure 2(a), telle qu'affichée par le GDC, est représentée par le texte de la figure 2(b).



(a)

31 15 35

```

.....
.....
.....
.....
..#####==.
..#1#####==.
..#####==.
..#2#####~#####==.
..#####~#####==.
..#3#####~#####==.
..#####==.
.....
.....
.....
.....

```

(b)

Figure 2. Carte « droit au but ».

### 5.2 Protocole de communication avec le gestionnaire de course

Votre pilote (programmé en C) communique avec le gestionnaire de course par le biais des entrées et sorties standards. Le gestionnaire de course est responsable du démarrage de votre pilote.



1. Il envoie tout d'abord la composition du terrain (ligne par ligne), avec en première ligne sa largeur et sa hauteur puis le carburant disponible en début de course (cf. figure 2(b)).
2. Il fournit ensuite à tour de rôle à chaque pilote sa position  $(x, y)$ <sup>1</sup>, ainsi que celles des 2 autres pilotes sous la forme :  

$$3\ 5\backslash t3\ 7\backslash t3\ 9\backslash n$$
(le joueur et les autres)
3. Après réception de cette ligne, chaque pilote doit alors donner son vecteur accélération sous la forme de deux chiffres séparés par un espace. Exemple :  $0\ 1\backslash n$
4. Attention : Le pilote dispose d'une seconde maximum pour donner sa réponse ! En l'absence de réponse dans le temps imparti, le pilote « passe son tour » autant de fois que nécessaire. La voiture reste immobile tant qu'elle n'a pas donné de réponse, mais sa vitesse est conservée. Elle sera utilisée par le GDC pour appliquer l'accélération finalement demandée.

**Remarque 5.1.** Les tours de passage sont aléatoires, mais équitables : l'ordre change à chaque tour. Par exemple, on pourra avoir le déroulement suivant :  $1\ 3\ 2; 3\ 1\ 2; 2\ 1\ 3; 2\ 3\ 1; 3\ 2\ 1$ ; etc.

Ce déroulement est résumé dans le diagramme de séquence de la figure 3.

### 5.3 Les règles d'évolution

- Chaque pilote est caractérisé par une position  $(x, y)$  et un vecteur vitesse  $\vec{v} = (v_x, v_y)$  qui est stocké par le GDC (et, très certainement aussi par le pilote lui-même).
- Initialement, chaque pilote a un vecteur vitesse nul.
- L'évolution du pilote se fait au travers du vecteur d'accélération  $\vec{a} = (dv_x, dv_y)$ , choisi par celui-ci, et qui sera ajouté au vecteur vitesse par le GDC, moyennant le respect des contraintes suivantes :
  - $dv_x, dv_y \in \{-1, 0, 1\}$  (soient 9 possibilités, voir figure 4(a)) ;
  - Un pilote peut utiliser 5 « boosts », à usage unique, permettant d'avoir une accélération deux fois plus importante, soit  $(dv_x, dv_y) \in \{-2, -1, 0, 1, 2\}^2 \setminus \{-1, 0, 1\}^2$  (voir figure 4).
  - Le vecteur vitesse ne peut avoir une norme supérieure à 5 (dans le sable, cette limite vaut 1).
  - Si toutes les contraintes précédentes sont respectées, le nouveau vecteur vitesse  $\vec{v}_{\text{new}} = \vec{v}_{\text{before}} + \vec{a}$  est ajouté à la position actuelle pour obtenir la nouvelle position du pilote.
  - La nouvelle position de la voiture doit être libre (pas de hors-piste, ni de voiture), ainsi que toutes les positions intermédiaires correspondant au déplacement selon  $\vec{v}_{\text{new}}$  (des indications sur ce point sont données en section 5.5).

Si une des conditions limitatives n'est pas respectée (accélération ou vitesse invalide, hors-piste, collision), la voiture est immobilisée et sa vitesse est remise à zéro !

1. soit (colonne, ligne) relativement au coin haut gauche de coordonnées  $(0, 0)$ .

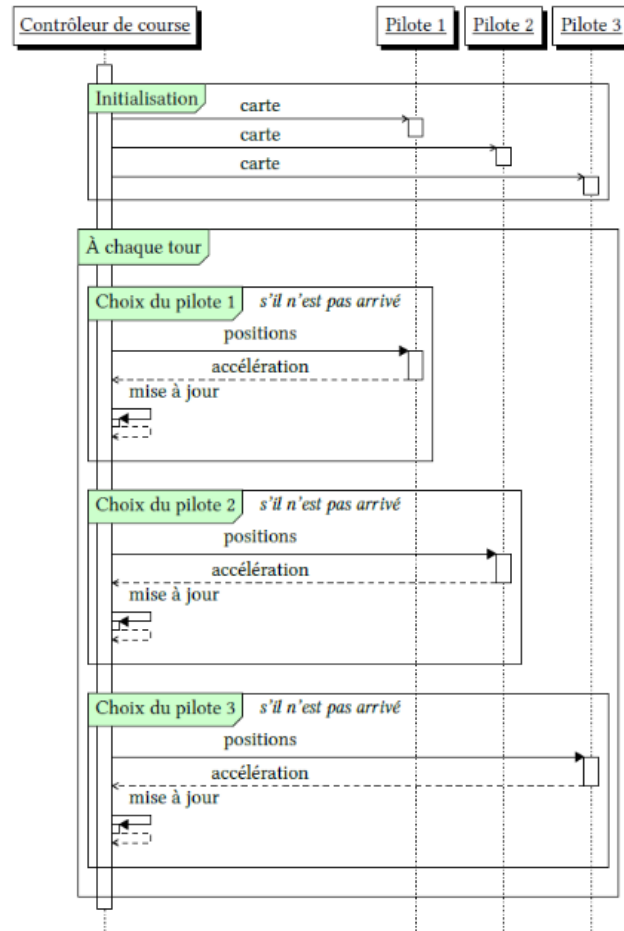


Figure 3. Diagramme de séquence de la gestion de course.

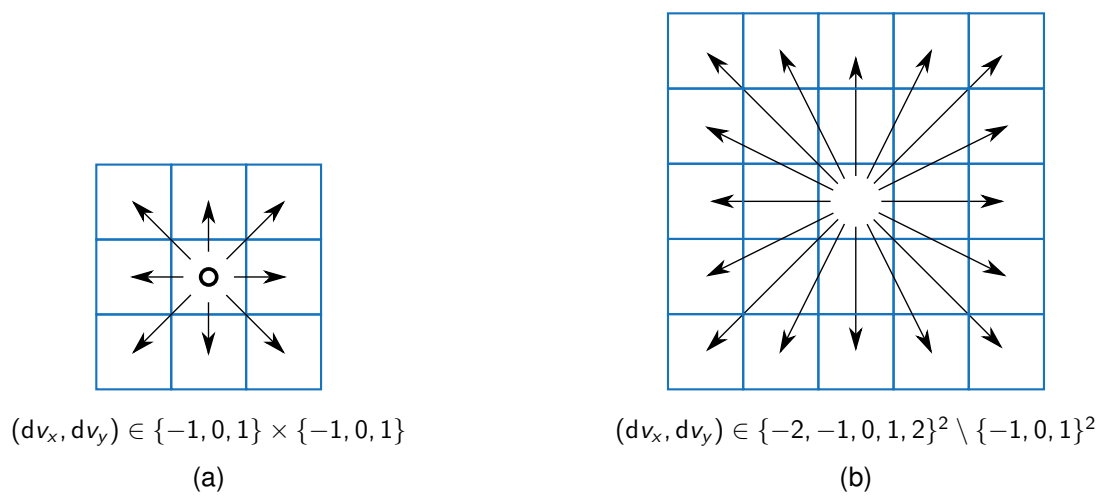


Figure 4. Vecteurs accélération possibles (a) en temps normal et (b) correspondant à l'utilisation d'un boost.

## 5.4 Gestion du carburant

En début de course vous avez une réserve de carburant  $C$  qui vous est donnée (valeur 35 sur la première ligne de la carte, en figure 2(b)).

Les règles concernant la consommation sont les suivantes :

- Pour un pilote dont la vitesse courante est  $\vec{v} = (v_x, v_y)$  et l'accélération demandée  $\vec{a} = (dv_x, dv_y)$ , la consommation de carburant  $\Delta c$  est calculée comme suit :

$$\Delta c = - \left( (dv_x)^2 + (dv_y)^2 + \left\lfloor \frac{3}{2} \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \right\rfloor \right) \quad (1)$$

où  $\lfloor \cdot \rfloor$  désigne la partie entière.

- Une pénalisation de -1 unité de carburant est appliquée par tour passé dans le sable.
- Si la valeur de  $C$  est négative ou nulle, alors la voiture est arrêtée (vitesse nulle).
- Il incombe à votre pilote de calculer son carburant restant, et bien entendu de planifier au mieux sa consommation.

**Remarque 5.2.** La consommation de carburant est calculée, et appliquée, indépendamment du fait que l'accélération demandée par le pilote est valide ou ne l'est pas.

## 5.5 Interdiction de couper la route

La trajectoire résultant de l'application du vecteur vitesse à la position courante ne doit rencontrer aucun obstacle (hors-piste ou autre véhicule). Autrement dit, votre pilote ne se téléporte pas de son point de départ à son point d'arrivée. Le déplacement illustré par la figure 5 est ainsi invalide et provoquera l'arrêt du pilote.

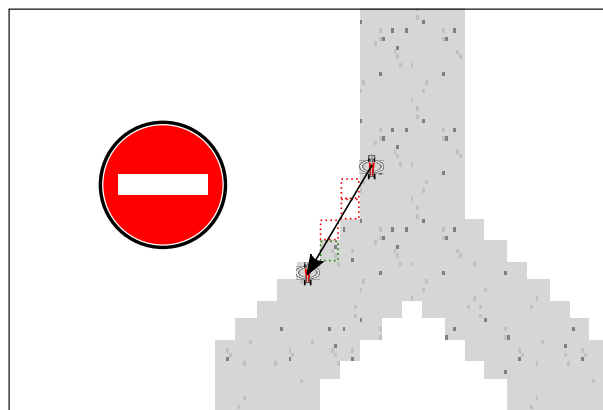


Figure 5. Mouvement interdit en raison de positions intermédiaires hors-piste (en pointillé rouge).

Pour déterminer les positions intermédiaires correspondant au déplacement entre deux points de coordonnées entières, vous pouvez réutiliser un code qui vous est fourni dans le dossier `./follow_line`.

Ainsi, la fonction `traverse()` du fichier `main.c` vous montre comment utiliser la « bibliothèque » `follow_line` (voir annexe B).

<code>./follow_line/Makefile</code> <code>./follow_line/follow_line.h</code> <code>./follow_line/follow_line.c</code> <code>./follow_line/main.c</code>	Programme d'exemple (fonction <code>traverse()</code> ).
--	--

Les plus curieux d'entre vous peuvent aussi aller voir comment le gestionnaire de course gère les collisions dans le deux fichiers suivants :

<code>./include/gpcontrol.h</code> <code>./src/gpcontrol.cpp</code>
--

**Remarque 5.3.** *Les positions intermédiaires ne sont pas prises en compte pour déterminer si une voiture a traversé la ligne d'arrivée. Par conséquent, un pilote est considéré comme ayant atteint le but seulement si sa position finale après un mouvement élémentaire est sur une telle case.*

## 6 Fonctionnement du gestionnaire de course

### 6.1 Installation

Le code source du gestionnaire de course est disponible sur la page Moodle consacrée au challenge.

`GrandPrix2024_4.0.4.tar.gz`

Le GDC est écrit en C++ et utilise le cadriciel (ou *framework*) Qt version 5. Avant de compiler le programme, vous devez vous assurer de la présence sur votre machine de la version de développement de cette bibliothèque.

S'il est en théorie possible de compiler le GDC sous Windows, cela vous est déconseillé. En effet, la compétition se déroulera sous Linux et votre pilote devra donc se compiler et s'exécuter de manière fiable dans cet environnement. C'est pourquoi les instructions qui suivent ne concernent que le système Linux.

Pour installer Qt5 sous Linux (Debian, Ubuntu et dérivées), utilisez la commande suivante :

```
$ sudo apt install qt5-default          # Ubuntu < 22.04
$ sudo apt install qtbase5-dev qt5-qmake #           >= 22.04
$ sudo apt install qtcreator            # IDE (facultatif)
```

Vous pouvez ensuite compiler le gestionnaire de course.

```
$ cd GrandPrix2024_4.0.4/
$ qmake          # (qmake-qt5 sous Fedora)
$ make           # Produit l'exécutable ./GrandPrix
```

## 6.2 Cartes

Les cartes utilisables par le GDC se trouvent dans le dossier `./tracks` de l'archive.

Au total, 10 cartes vous sont fournies :

<code>./tracks/f-Zero_Crossroad_Circuit_mur.txt</code>	Très facile
<code>./tracks/f-Zero_Crossroad_Circuit.txt</code>	
<code>./tracks/f-Zero_Death_Wind.txt</code>	
<code>./tracks/f-Zero_Landmine_Circuit.txt</code>	
<code>./tracks/starter_deux_virages.txt</code>	
<code>./tracks/starter_droit_au_but.txt</code>	Difficile
<code>./tracks/starter_raccourcis.txt</code>	
<code>./tracks/starter_serpent.txt</code>	Normale
<code>./tracks/starter_virage_sable.txt</code>	
<code>./tracks/starter_virages.txt</code>	

À titre d'exemple, la figure 6 représente la carte `starter_virage_sable.txt`.



Figure 6. La carte « *starter virage sable* ».

## 6.3 Pilotes

Les programmes des pilotes doivent se trouver dans le dossier `./drivers/` pour pouvoir être lancés par le GDC. La section 6.4 vous donne les instructions pour compiler un pilote minimal de test.

## 6.4 Autres fichiers fournis : le pilote « Droit au but »

Le code source d'un pilote naïf vous est fourni dans le dossier `test_pilot`.

```
./test_pilot/Makefile
./test_pilot/droitAuBut.c
```

Notez que, du fait de la présence à la racine d'un fichier Makefile (généré par le programme qmake, cf. section 6.1), le code du pilote fourni et son Makefile se trouvent dans un sous-dossier. Prenez la peine de consulter le Makefile. Pour compiler ce pilote, vous pouvez simplement lancer la commande :

```
||$ make -C ./test_pilot install
```

Un extrait du pilote droitAuBut est donné en annexe A. On peut faire plusieurs remarques sur ce pilote :

- Il se contente d'accélérer constamment en fournissant au GDC un vecteur accélération  $\vec{a} = (1, 0)$  (voir le fichier de log de ce pilote, figure 7 dans la section 7.2). Il finit donc par dépasser la vitesse limite et se voit donc affecter une vitesse nulle à l'issue du *round* 6 (position inchangée au *round* 7).
- Il ne mémorise ni la carte, ni sa position. Il est donc notamment incapable de calculer sa vitesse réelle ainsi que l'état de la piste, ce qui rend faux son calcul de consommation de carburant (d'où les valeurs négatives aberrantes à partir du *round* 7).

## 7 Comment commencer à travailler ?

### 7.1 Dossier de votre pilote

Commencez par copier le contenu du dossier `./test_pilot` dans un dossier `./LesFousDuVolants` si tel est le nom de votre équipe. Il vous suffira ensuite d'éditer et d'adapter le Makefile pour ce nom.

C'est aussi ce dossier (nettoyé de tous fichiers inutiles) que vous remettrez sous forme d'archive sur la plateforme Moodle en temps voulu.

Votre dossier de travail devant contenir tous les fichiers nécessaires à la compilation de votre pilote, vous pouvez aussi recopier les fichiers `follow_line.h` et `follow_line.cpp`.

### 7.2 Débogage

Cette section comporte des informations importantes pour vous aider à déboguer votre pilote.

#### 7.2.1 Traces d'exécutions

Afin de déboguer votre programme, deux solutions s'offrent à vous :

*Solution 1* Ouvrir dans votre programme un fichier texte en écriture et y écrire les informations pertinentes sur l'état et les actions de votre pilote.

*Solution 2* Envoyer toutes les informations évoquées précédemment directement dans la *sortie d'erreur* (`stderr`) de votre programme. Le gestionnaire enregistre pour vous ces sorties dans

un fichier nommé `stderr_driver_N.txt` (où `N` est le numéro du pilote). De plus, vous pouvez consulter en temps-réel la sortie d'erreur des pilotes dans une fenêtre dédiée (figure 8) ouverte à l'aide du bouton « StdErr » situé en bas à droite de la fenêtre du GDC (figure 1).

Notez que ces solutions ne sont pas exclusives. Il est en effet envisageable d'écrire des informations dans plusieurs fichiers.

Le programme `droitAuBut` utilise la seconde méthode pour *logger* la carte reçue, les informations de position reçues du GDC ainsi que les accélérations demandées (voir figure 7, dans laquelle la carte n'apparaît pas par souci de concision). Ainsi, il est possible de constater par exemple que l'accélération demandée au *round* 6 a eu pour effet d'arrêter la voiture (position inchangée au round suivant). En effet, le pilote demande à chaque tour une accélération de (1, 0) ce qui finit par augmenter sa vitesse en dehors des valeurs limites (section 5.3). Le GDC immobilise donc le véhicule.

```
=== >Map< ===
Size 32 x 16
Gas at start 35

(MAP DUMP HERE)

=== Race start ===
=== ROUND 1
Positions: Me(3,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 34
=== ROUND 2
Positions: Me(4,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 32
=== ROUND 3
Positions: Me(6,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 28
=== ROUND 4
Positions: Me(9,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 23
=== ROUND 5
Positions: Me(13,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 16
=== ROUND 6
Positions: Me(18,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 8
=== ROUND 7
Positions: Me(18,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: -2
=== ROUND 8
Positions: Me(19,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: -13
=== ROUND 9
Positions: Me(21,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: -26
=== ROUND 10
Positions: Me(24,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: -40
```

Figure 7. Log (partiel) du pilote `droitAuBut`.

## 7.2.2 Gestion des « crashes »

En cas d'erreur de segmentation (*SEGFAULT*) et autres plaisirs liés à la mise au point, il vous est impossible de lancer le débogueur `gdb`. En effet, seul le GDC peut lancer votre programme. Une solution

```
Driver 1 Driver 2 Driver 3

=== Race start ===
=== ROUND 1
Positions: Me(3,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 34
=== ROUND 2
Positions:
Me(4,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 32
=== ROUND 3
Positions:
Me(6,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 28
=== ROUND 4
Positions:
Me(9,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 23
=== ROUND 5
Positions:
Me(13,5) A(3,7), B(3,9)
Action: 1 0 Gas remaining: 16
Bye!
AddressSanitizer:DEADLYSIGNAL
=====
==23924==ERROR: AddressSanitizer: SEGV on unknown address 0x000000000000 (pc 0x000000401c8d bp 0x7ffd8173a6f0 sp 0x7ffd8173a0e0 T0)
==23924==The signal is caused by a WRITE memory access.
==23924==Hint: address points to the zero page.

#0 0x401c8c in main /home/fourey/Ens/Projets/1A/GrandPrix2016/GrandPrix2020_3.0.6/test_pilot/droitAuBut.c:80
#1 0x7fddel2d71a2 in __libc_start_main ../csu/libc-start.c:308
#2 0x40117d in _start (/home/fourey/Ens/Projets/1A/GrandPrix2016/GrandPrix2020_3.0.6/drivers/droitAuBut+0x40117d)

AddressSanitizer can not provide additional info.
SUMMARY: AddressSanitizer: SEGV /home/fourey/Ens/Projets/1A/GrandPrix2016/GrandPrix2020_3.0.6/test_pilot/droitAuBut.c:80 in main
==23924==ABORTING
|
```

Figure 8. Fenêtre des sorties d'erreurs des pilotes.



existe cependant pour vous aider à trouver l'origine de l'erreur.

Pour peu que vous ayez installé la bibliothèque `libasan` sur votre système, il est alors possible de lancer `gcc` avec l'option `-fsanitize=address`, ce qui ajoute aux fichiers objets et exécutables de quoi détecter automatiquement certaines erreurs et afficher des informations sur ces erreurs.

Le Makefile du pilote `droitAuBut` est prévu à cet effet. Commencez par installer le paquet `libasan` dont la version est donnée dans le tableau 3 en fonction de la version de votre compilateur :

```
$ gcc --version
gcc (Ubuntu 11.3.0-1ubuntu1~22.04) 11.3.0
[...]
$ sudo apt install libasan6 # Puisque gcc est en version 11 !
```

Compilateur	Paquet à installer
gcc-4.8	libasan0
gcc-5	libasan2
gcc-6	libasan3
gcc-7	libasan4
gcc-8	libasan5
gcc-11	libasan6

Tableau 3. Version de *libasan* associée à *gcc*.

Pour le test, modifiez le pilote `droitAuBut` en y insérant le code suivant pour provoquer une *Segmentation Fault* au 5<sup>e</sup> tour (juste après le `fflush` de la ligne 43 de l'annexe A).

---

Extrait de code: `SegFault`

---

```
if (round > 4) { /* Force a segfault for testing purpose */
    int * p = NULL;
    fprintf(stderr, "Good Bye!\n");
    fflush(stderr);
    *p = 0;
}
```

---

Ensuite, compilez le pilote en activant l'option *SANITIZE* :

```
$ make -C ./test_pilot distclean
$ make SANITIZE=on -C ./test_pilot install
```

Enfin, lancez une course avec ce pilote sur le circuit `starter_droit_au_but`. Vous devriez voir apparaître dans la fenêtre de sortie d'erreur (figure 8) et dans le fichier `stderr_driver1.txt` les informations récoltées par `sanitize` suite à la *Segmentation Fault* du pilote numéro 1. Vous pouvez ainsi retrouver sur la figure 8, entre autres informations :

1. La pile d'appels de fonctions au moment où l'erreur a été détectée ;
2. Un résumé de l'erreur et sa localisation.

### 7.2.3 Avant de rendre votre pilote

Attention : Les sorties faites sur la sortie d'erreur ou dans un fichier peuvent ralentir votre pilote. De même, la compilation avec l'option `-fsanitize=address` diminue sensiblement les performances de l'exécutable. Avant de rendre votre pilote, pensez à désactiver l'enregistrement de *logs* et l'option `sanitize`. La compétition sera plus vivante si un maximum de pilotes a des temps de réponses raisonnables !

# COMPÉTITION

---

La compétition se déroulera dans le grand amphi du bâtiment A. Les 4 meilleures équipes se verront attribuer des points de bonification sur leur note (voir section 14).

## 8 Formules possibles

La formule retenue est on ne peut plus classique pour une compétition : d'abord des rencontres en poules, puis une phase d'élimination directe. Cette section présente le choix qui a été effectué concernant la répartition en poules.

Les contraintes de la compétition pour la répartition en poules sont les suivantes :

- Une course oppose trois pilotes.
- Dans une poule, chaque pilote rencontre exactement une fois chacun des autres pilotes de la poule.
- Les nombres possibles de pilotes par poule sont donc :
  - 3 pilotes (1 course !);
  - 7 pilotes (7 courses, chaque pilote fait 3 courses);
  - 9 pilotes (12 courses, chaque pilote fait 4 courses).

Éventuellement, il est aussi possible de constituer des poules dans lesquelles toutes les courses opposent seulement 2 pilotes. Dans ce cas, le nombre de courses pour une poule de  $N$  pilotes est  $\frac{N \cdot (N-1)}{2}$  (voir tableau 4).

Pilotes dans la poule	3	4	5
Nombre de courses	3	6	10
Nombre de courses par pilote	2	3	4

Tableau 4. *Poules possibles pour des courses de 2 pilotes.*

De plus, on se donne les contraintes suivantes :

- tous les pilotes font le même nombre de courses en poule, ce qui laisse comme options des poules de 7 pilotes (courses à 3 pilotes) ou 4 pilotes (courses à 2 pilotes);
- minimiser le nombre total de courses pour une durée raisonnable de compétition;
- maximiser le nombre de binômes et minimiser le nombre de trinômes.

Avec 60 étudiants, les formules données dans le tableau 5 restent envisageables. Il a été choisi de privilégier le nombre total de courses, et la simplicité d'organisation de la phase suivante d'élimination

Monômes	Binômes	Trinômes	Équipes	Par poules					Courses
				A	B	C	D	E	
0	24	4	28	7	7	7	7	–	28
0	18	8	26	7	7	4	4	4	32
0	27	2	29	7	7	7	4	4	33

Tableau 5. Répartitions possibles en poules selon les contraintes énoncées.

directe (à partir de 4 poules), la formule à 28 équipes a donc été retenue.

## 9 Déroulement de la compétition

Toutes les courses de poules se dérouleront sur la même carte, choisie parmi les cartes présentes dans l'archive qui vous est fournie. La phase éliminatoire ainsi que la finale se dérouleront sur des cartes inconnues de vos pilotes.

### 9.1 Règlement de la course

Quelques règles seront appliquées durant la compétition.

- Quand un pilote a réussi à quitter la ligne de départ mais n'est pas parvenu à l'arrivée (panne de carburant, boucle, crash), son classement dans la course peut être calculé en fonction de sa distance à l'arrivée.
- Si un pilote abuse de manière flagrante de son temps de calcul en ralentissant énormément la course, tout en étant loin de la tête de course, il pourra être arrêté « artificiellement ».
- La compétition se déroule sur un PC aux performances voisines de celles des machines de salles de TP du bâtiment E. Sans plus de précision sur ces performances !

### 9.2 Courses en poules

Les équipes seront affectées dans les poules de façon aléatoire (devant vous) le jour de la compétition. Comme indiqué précédemment, chaque pilote effectue 3 courses durant cette phase et rencontre exactement une fois chaque pilote de sa poule. Les courses s'enchaînent en alternant les poules à chaque course. Le classement en poule est basé sur les points remportés par les pilotes à chaque course (tableau 6).

**Remarque 9.1.** *Un pilote qui ne quitte pas la ligne de départ ne remporte aucun point, même s'il est « virtuellement » second ex-æquo. Par exemple si un seul pilote est arrivé au but et les deux autres n'ont*

Position	Points
1 <sup>er</sup>	4
2 <sup>e</sup>	2
3 <sup>e</sup>	0

Tableau 6. Points remportés à l'issue d'une course.

*pas quitté la ligne de départ.*

### 9.3 Repêchage et phase éliminatoire

Les 2 premiers de chaque poule (donc 8 équipes) sont directement qualifiés pour les 1/8<sup>e</sup> de finale.

Les équipes classées 6 et 7 sont définitivement éliminées de la course.

Les équipes classées 3, 4 et 5 (donc 12 équipes) vont en repêchage. Le repêchage se déroulera simplement sous la forme de 4 courses de 3 voitures. Chaque course voit s'affronter une équipe 3<sup>e</sup>, une 4<sup>e</sup> et une 5<sup>e</sup> issues de différentes poules de départ. Les classés 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> des 4 courses (soit 8 pilotes) rejoignent (1 contre 1) les pilotes qui ont accédé aux 1/8<sup>e</sup> directement après les poules. Les repêchés ne retomberont pas en 1/8<sup>e</sup> contre une équipe de leur poule initiale<sup>2</sup>.

### 9.4 Finale

La finale entre les deux meilleures équipes se joue en 3 courses au maximum (2 courses gagnantes).

La petite finale, en une seule course, départage les pilotes qui seront classés 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup>, déterminant ainsi le classement de l'édition 2024 du Grand Prix. . .



2. Cette phase de repêchage est une réponse à une demande des étudiants à l'issue de l'édition 2021. À savoir, ne pas éliminer immédiatement des voitures qui auraient eu la malchance de tomber dans une poule forte.

# CONSIGNES

---

Vous trouvez dans cette partie des consignes que vous n'êtes pas censés ignorer. Prenez donc la peine de les lire attentivement.

## 10 Consignes à respecter

- Vous devrez déposer en temps voulu sur la plateforme Moodle :
  - votre rapport au format PDF ;
  - votre présentation au format PDF ;
  - une archive de votre pilote.
- Aucun retard ne sera toléré. Chaque partie non rendue à temps vous vaudra la note de 0 pour la partie correspondante.
- L'archive de votre pilote devra contenir tous les fichiers nécessaires (et seulement eux) à la compilation de l'exécutable sur cybele ou un PC du bâtiment E (architecture Linux de référence pour le challenge). Une vérification s'impose avant de soumettre votre archive.
- Le dossier de votre pilote devra comporter un fichier Makefile correct.
- Dans ce fichier Makefile, les drapeaux ci-dessous devront être activés, et tous les fichiers sources devront être compilés sans avertissement (*warning*).

`-ansi -pedantic -Wall -Wextra`
- Un code qui ne compilerait pas verrait le pilote être déclaré forfait, avec application d'une pénalité sur la note obtenue par l'équipe.

## 11 Rapport

Le rapport devra présenter votre travail et la solution algorithmique apportée par votre pilote.

Le document devra respecter la charte graphique de l'école (modèle fourni sur la plateforme Moodle : [Communication, Modèles de documents](#)). De plus, vous veillerez à tenir compte de tous les conseils qui vous ont été donnés en cours et TD de l'enseignement « Communiquer dans un environnement professionnel ».

Quelques écueils à éviter :

- consacrer trop d'espace à la description du sujet ;

- inclure de nombreux extraits de code ;
- détailler et commenter des structures de données basiques ;
- inclure  $N$  images de tailles conséquentes des logos de tous les outils que vous avez utilisés (préférez une présentation critique et argumentée de vos choix d'outils) ;
- etc.

## 12 Soutenance

La présentation se déroulera de la manière suivante :

- installation rapide (pas d'ordinateur personnel, les PDF seront déjà sur le PC de la salle) ;
- temps de parole de 10 minutes pour les binômes, 13 minutes pour les trinômes, à répartir entre les membres de l'équipe ;
- remarques et questions du jury pendant 5 minutes (binômes) ou 7 minutes (trinômes).

L'objectif est de convaincre le jury que votre pilote a été bien conçu. Là encore, des écueils sont à éviter. Vous trouverez [sur Moodle](#) un document de consignes à suivre pour préparer votre soutenance. Pensez qu'il s'agit bien d'un exercice de présentation.

## 13 Code source de votre pilote

Des consignes très précises concernant l'archive que vous devrez remettre sur Moodle vous seront données par courrier électronique en temps voulu. Le respect de ces consignes permettra une préparation de la compétition dans les meilleures conditions et dans un temps raisonnable (donc une date de rendu raisonnable elle aussi).

Attention, relisez la consigne donnée en section 7.2.3 avant de soumettre votre archive.

## 14 Évaluation

Votre note finale tiendra compte des points suivants :

- qualité de la présentation orale ;
- qualité du support de présentation ;
- qualité du rapport ;
- qualité du code source du pilote ;

- solution algorithmique (telle que présentée à l'écrit, à l'oral et soigneusement implémentée) ;
- application d'une bonification aux 4 meilleures équipes de la compétition selon le barème donné dans le tableau 7.

Classement	Bonification
1	+ 2 pts
2	+ 1,5 pts
3	+ 1 pt
4	+ 0,5 pt

Tableau 7. *Barème de bonification.*

## 15 Conclusion

Bon courage à tous. . .



et que les meilleurs gagnent !



# Annexes

## A Programme principal du pilote « droit au but »

Fichier: ./test\_pilot/droitAuBut.c

```
1  int main() {
2      int row;
3      int width, height;
4      int gasLevel;
5      int boosts = BOOSTS_AT_START;
6      int round = 0;
7      int accelerationX = 1, accelerationY = 0;
8      int speedX = 0, speedY = 0;
9      char action[100];
10     char line_buffer[MAX_LINE_LENGTH];
11     boosts = boosts; /* Prevent warning "unused variable" */
12     fgets(line_buffer, MAX_LINE_LENGTH, stdin); /* Read gas level at Start */
13     sscanf(line_buffer, "%d %d %d", &width, &height, &gasLevel);
14     fprintf(stderr, "=== >Map< ===\n");
15     fprintf(stderr, "Size %d x %d\n", width, height);
16     fprintf(stderr, "Gas at start %d \n\n", gasLevel);
17     for (row = 0; row < height; ++row) { /* Read map data, line per line */
18         fgets(line_buffer, MAX_LINE_LENGTH, stdin);
19         fputs(line_buffer, stderr);
20     }
21     fflush(stderr);
22     fprintf(stderr, "\n=== Race start ===\n");
23     while (!feof(stdin)) {
24         int myX, myY, secondX, secondY, thirdX, thirdY;
25         round++;
26         fprintf(stderr, "=== ROUND %d\n", round);
27         fflush(stderr);
28         fgets(line_buffer, MAX_LINE_LENGTH, stdin); /* Read positions of pilots */
29         sscanf(line_buffer, "%d %d %d %d %d",
30             &myX, &myY, &secondX, &secondY, &thirdX, &thirdY);
31         fprintf(stderr, "Positions: Me(%d,%d) A(%d,%d), B(%d,%d)\n",
32             myX, myY, secondX, secondY, thirdX, thirdY);
33         fflush(stderr);
34         /* Gas consumption cannot be accurate here. */
35         gasLevel += gasConsumption(accelerationX, accelerationY, speedX, speedY, 0);
36         speedX += accelerationX;
37         speedY += accelerationY;
38         /* Write the acceleration request to the race manager (stdout). */
39         sprintf(action, "%d %d", accelerationX, accelerationY);
40         fprintf(stdout, "%s", action);
41         fflush(stdout); /* CAUTION : This is necessary */
42         fprintf(stderr, "Action: %s Gas remaining: %d\n", action, gasLevel);
43         fflush(stderr);
44     }
45     return EXIT_SUCCESS;
46 }
```

## B Parcours des positions intermédiaires d'un déplacement

Le code ci-dessous illustre la façon dont les fonctions `initLine` et `nextPoint` (fournies) peuvent être utilisées pour parcourir les positions intermédiaires d'une ligne droite. En adaptant ce code, vous serez en mesure de tester qu'un déplacement est valide (ni collision, ni sortie de piste).

---

Fichier: `./follow_line/main.c`

---

```
#include <stdio.h>
#include "follow_line.h"

void traverse(Pos2Dint start, Pos2Dint stop)
{
    InfoLine vline;
    Pos2Dint p;
    initLine(start.x, start.y, stop.x, stop.y, &vline);
    while (nextPoint(&vline, &p, +1) > 0) {
        if (p.x == start.x && p.y == start.y) {
            /* We suppose that the start position is not worth visiting! */
            continue;
        }
        printf("Visiting point (%d,%d)\n", p.x, p.y);
    }
}

int main()
{
    Pos2Dint start = {0, 0};
    Pos2Dint stop = {10, 5};
    traverse(start, stop);
    return 0;
}
```

---



## École Publique d'Ingénieurs en 3 ans

6 boulevard Maréchal Juin, CS 4505

14050 CAEN cedex 04

