

# Résumé

**Objet :** Ce document (en cours de construction), accompagne le programme SimFoule (lui même en cours de développement).

**Contenu :** Il contient un manuel d'installation et d'utilisation ainsi que quelques développements théoriques liés à ce programme de simulation.

**Public concerné :** Ce document s'adresse aux enseignants et aux étudiants du supérieur des sections sciences physiques et informatique. Il s'adresse également à tout les passionnés d'informatique et de la langue de Molière.

SimFoule est un simulateur numériques de foule offrant une représentation graphique et une interaction dynamique avec les paramètres physiques. Destinés à un usage pédagogique, il permet de visualiser le comportement d'une foule lors d'une évacuation. Cette documentation accompagne ce programme.

Le premier chapitre présente le simulateur, fourni une procédure d'installation et précise les commandes permettant l'interaction avec le programme.

Le chapitre suivant fourni un certain nombre de développements théoriques liés à la modélisation physique des foules.

Enfin, le dernier chapitre rassemble les informations liées à la structure du programme.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Installation et utilisation</b>	<b>1</b>
1.1	Présentation du simulateur	1
1.2	Installation du simulateur	1
1.3	Commande du simulateur	2
1.3.1	Résumé des options	2
<b>2</b>	<b>Modèles physiques</b>	<b>3</b>
2.1	Les humains	3
2.1.1	vitesse souhaité	3
2.1.2	Expressions des forces	3
2.2	La foule	3
2.2.1	Chaîne	3
2.2.2	Évolution	3
2.3	Le batiment	3
2.3.1	Cellule	3
2.3.2	Étage	4
2.4	Les chocs de particules	4
2.4.1	Les chocs de particules	4
2.4.2	Chocs de deux particules	4
<b>3</b>	<b>Développement</b>	<b>5</b>
3.1	Langage	5
3.1.1	C	5
3.1.2	SDL 1.2	5
3.2	Modèle Vue Controleur	5
3.2.1	Les répertoires des simulateurs	5
3.2.2	Le modèle	5
3.2.3	La vue	5
3.2.4	Le controleur	5
3.3	Diagrammes	6
3.3.1	diagramme de classes de SiCP	6
3.4	Valeurs implicites	6
3.4.1	Réglage de dt, durée et pause	6
3.4.2	Limite infinie	7
3.4.3	dt et dissipation maximale	7
3.4.3.1	Limitation des valeurs des variables	7
3.4.3.2	Paramètres physiques	7
3.4.3.3	Paramètres dynamiques	7
3.4.3.4	Énergie maximale	7
3.4.3.5	Dans SiGP	7

# Chapitre 1

## Installation et utilisation

### 1.1 Présentation du simulateur

Le simulateur SimFoule est un programme informatique écrit en C et utilisant la librairie SDL2. Il donne une représentation graphique d'une foule se déplaçant dans un bâtiment.

### 1.2 Installation du simulateur

Cette section traite de l'installation du simulateur SimFoule sur un système d'exploitation de type debian. Le téléchargement se fait avec un navigateur internet, la compilation et l'exécution se font dans un terminal. L'installation des outils de compilation nécessite les privilèges du super-utilisateur.

#### Installation des outils de compilation

```
sudo apt-get install gcc make libsdl2-dev
```

#### Téléchargement des sources

Télécharger le fichier .zip sur github

```
https://github.com/runigo/SimFoule/archive/master.zip
```

Décompresser le fichier .zip

```
unzip SimFoule-master.zip
```

#### Compilation

La commande `make` dans le répertoire des sources produit un fichier exécutable :

```
SimFoule
```

#### Exécution

En ligne de commande, avec d'éventuelles options

```
./SimFoule [OPTION]
```

La fenêtre graphique donne une représentation de la simulation,

Le terminal affiche les informations.

## 1.3 Commande du simulateur

Cette section traite des interactions entre le programme et l'utilisateur.

### 1.3.1 Résumé des options

option	valeur	clavier	commande
fond	(fond>0 & fond<255)		Couleur du fond
soliton	(soliton > -99 & soliton < 99)	y,h	déphasage entre les extrémités *
dt	(dt > 0.0 & dt < DT_MAX)		discrétisation du temps
frequence	()	p, m	fréquence du générateur
dissipation	()	e, d	dissipation
equation	(equation > 0 & equation < 5)	F1, F2, F3, F4	choix de l'équation
pause	(pause > 5    pause < 555)		temps de pause en ms
duree	()	F11, F12	Nombre d'évolution du système entre les afficha
mode	()	Entrée	Mode -1 : Wait, 1 : Poll
nombre	(nombre > 0 & nombre < 1099)		Nombre de pendules **
aide	()		Affiche l'aide
help	()		Affiche l'aide

# Chapitre 2

## Modèles physiques

Ce chapitre traite des modèles physiques liés au simulateur de foule.

### 2.1 Les humains

#### 2.1.1 vitesse souhaité

La vitesse souhaitée modélise la volonté d'un humain à se diriger dans une direction, elle est choisi en fonction de la direction vers la sortie et de l'encombrement dans cette direction par d'éventuels obstacles.

#### 2.1.2 Expressions des forces

Un humain exerce une force motrice en fonction de la différence entre sa vitesse réelle et sa vitesse souhaitée. Les murs exercent sur les humains une force d'impénétrabilité, les humains exercent entre eux des forces réciproques, également d'impénétrabilité.

### 2.2 La foule

Cette section traite de la modélisation de la foule.

#### 2.2.1 Chaîne

La chaîne d'humain rassemble les humains présent. Le nombre d'humain est variable et ne peut pas dépasser le nombre de cellules de l'étage.

#### 2.2.2 Évolution

Une évolution consiste en un calcul des forces s'exerçant sur les humains, un déplacement des humains, puis un calcul éventuelle d'un changement de décision des humains.

### 2.3 Le bâtiment

Cette section traite de la modélisation d'un étage de bâtiment

#### 2.3.1 Cellule

Un étage du bâtiment est discrétisé en cellule (  $50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ ). Une cellule peut contenir un mur ou être libre aux humains. Elle peut également être une sortie de l'étage d'où les humains sortent. Elle contient une information (direction à suivre) permettant de diriger les humains.

### 2.3.2 Étage

Un étage est l'ensemble des cellules, il consiste en un plan.

## 2.4 Les chocs de particules

### 2.4.1 Les chocs de particules

On applique les lois de conservations de l'énergie et de l'impulsion :

$$\begin{aligned}\sum m_i v_i'^2 &= \sum m_i v_i^2 & \sum m_i \vec{v}'_i &= \sum m_i \vec{v}_i \\ \sum m_i v_i'^2 &= \sum m_i v_i^2 & \sum m_i \vec{v}'_i &= \sum m_i \vec{v}_i \\ m_i \mathbf{v}_i'^2 &= m_i \mathbf{v}_i^2 & m_i \mathbf{v}'_i &= m_i \mathbf{v}_i\end{aligned}$$

### 2.4.2 Chocs de deux particules

La conservations de l'énergie donne :

$$m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2 = m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2$$

La conservations de l'impulsion donne :

$$m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

Dans le référentiel du centre de masse :

$$(m_1 + m_2) \vec{v} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

# Chapitre 3

## Développement

Ce chapitre traite de la structure et du développement des programmes de simulation

### 3.1 Langage

#### 3.1.1 C

Les programmes SiCF, SiCF et SiGP sont écrit en C [?] [?]

#### 3.1.2 SDL 1.2

L'utilisation de la librairie SDL permet la réalisation d'une interface efficace avec l'utilisateur.

### 3.2 Modèle Vue Contrôleur

#### 3.2.1 Les répertoires des simulateurs

- **donnees** : Inclusion des librairies, constantes et valeurs initiales du système et du graphisme
- **fonctions** : Outils mathématique. Fonctions et projection du système
- **modele** : Système simulé.
- **graphisme** : Représentation graphique et affichage
- **controle** : Liaison entre le système et l'interface graphique
- **objet** : Nécessaire à la compilation

#### 3.2.2 Le modèle

Le système est un ensemble de pendules couplés

#### 3.2.3 La vue

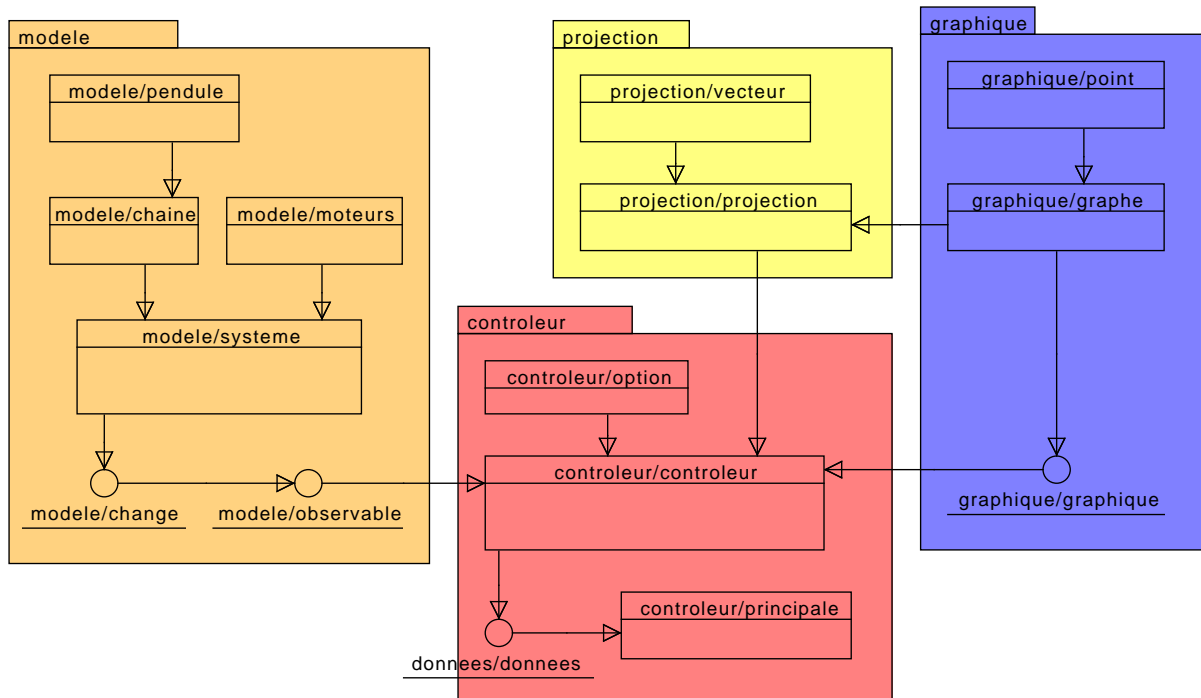
Construit une représentation graphique du système et affiche celle-ci.

#### 3.2.4 Le contrôleur

Exécute alternativement la vue et le modèle. Exécute les actions du clavier.

### 3.3 Diagrammes

#### 3.3.1 diagramme de classes de SiCP



### 3.4 Valeurs implicites

#### 3.4.1 Réglage de dt, durée et pause

Une incrémentation du système correspond à une avancée dans le temps de **dt**. La longueur des pendules est fixé à 25 cm afin de battre la seconde : Période égale à une seconde

$$\begin{aligned} T &= 2\pi\sqrt{l/g} = 1 \\ g/l &= 4\pi^2 = 39,478 \\ l &= 0,25 \text{ cm} \end{aligned}$$

Empiriquement, un affichage graphique par 30 ms, est obtenue avec une pause de l'ordre de 25ms. Si à chaque affichage correspond à une centaine d'incrémentations de dt,

$$\begin{aligned} dt \times \text{duree} &= \text{delay} \\ dt \times 100 &= 0,03 \\ dt &= 0,0003 \end{aligned}$$

La valeur de duree peut être changée dynamiquement avec les touches F11 et F12 afin de faire varier la vitesse de la simulation. La valeur de dt peut être réglée avec l'option **dt** au démarrage du programme, celle de delay par l'option **pause**. Dans SiCP, les valeurs implicites de **dt** et **duree** sont égale à 0,0003 et 91, celle de pause est égale à 25. Ces valeurs peuvent être affinée suivant le microprocesseur afin d'avoir un pendule qui bat la seconde.



### 3.4.2 Limite infinie

La touche **v** supprime les frottements sauf pour les derniers pour lesquels les frottements s'accroissent. Ceci permet d'obtenir une extrémité "absorbante".

pendule de « précédent » à « nombre  $\times 5 / 6$  » : dissipation de 10 à 1,

pendule précédents : dissipation = 0,0

### 3.4.3 dt et dissipation maximale

La touche **v** supprime les frottements sauf pour les derniers pour lesquels les frottements s'accroissent. Ceci permet d'obtenir une extrémité "absorbante".

$$dt \times \text{DISSIPATION\_MAX} = \text{constante}$$

$$0.0003 \times 333 = 0,0999$$

$$\text{dissipation maximale} = 0,0999/dt$$

#### 3.4.3.1 Limitation des valeurs des variables

Au delà de certaines valeurs de certain paramètres dynamiques, la simulation s'éloigne du comportement physique.

Pour des raisons de discrétisation

En raisons de possibles erreurs d'algorithme

En raisons de possibles erreurs d'écriture

#### 3.4.3.2 Paramètres physiques

#### 3.4.3.3 Paramètres dynamiques

Au delà de certaines valeurs de certain paramètres dynamiques, la simulation s'éloigne de l'évolution physique.

Vitesse des mobiles

Distance entre les mobiles

Énergie

#### 3.4.3.4 Énergie maximale

La valeur de l'énergie permettrait de limiter un certain nombres d'erreurs.

#### 3.4.3.5 Dans SiGP

Lorsque l'énergie est supérieur à ENERGIE\_SECURITE, La position des mobiles pourrait être divisées par deux dans les équations linéaires

1 009 200 790 976 791 136 174 080

585 891 747 701 731 153 149 952

999000555444333222111

#define ENERGIE\_SECURITE 777666555444333222111