

# Template Rapport Scientifique

Noé Bourgeois

**Résumé**—Nous avons implémenté un simulateur numérique de locomotion de créature virtuelle. Ce simulateur est composé d'un environnement, une créature s'y déplaçant en fonction de son génome, et un algorithme génétique permettant de modifier ce génome pour améliorer le comportement de la créature. Nous avons ensuite utilisé ce simulateur pour étudier l'impact de différents paramètres sur la vitesse d'évolution de populations de créature. Une population de départ générée aléatoirement ayant évolué au long d'une simulation, nous conservons ses individus et les remplaçons comme population de départ dans la simulation suivante.

## I. INTRODUCTION

La vie et l'évolution sont deux concepts intimement liés. Cette force étrange et fascinante s'est répandue jusqu'ici via différentes méthodes de reproduction bien connues, le croisement génétique étant la plus aboutie et la plus adaptée à un monde aussi diversifié que la Terre. Le génome d'un individu est ainsi la matérialisation de l'information vitale transmise par ses ancêtres jusqu'à lui. Cet individu n'a, au départ, aucun autre moyen de transmettre de cette information que la reproduction. L'être vivant développe alors des sens et communique en principe. D'importantes adaptations survivalistes intra-générationnelles peuvent alors être effectuées. Une information dont un individu pouvant la communiquer de son vivant n'existe pas est perdue.

L'humanité se caractérise par sa capacité à transmettre une information indépendamment de ces deux canaux. Depuis les murs des grottes jusqu'aux rayons cosmiques, la portée dans le temps et l'espace de la transmission volontaire d'information humaine est sans commune mesure avec celle de l'information biologique.

Elle cependant peu de chance de s'étendre au delà des limites du système solaire.

L'homme devient donc le créateur d'une nouvelle forme de vie, sa descendante héritant de tout son savoir, la vie artificielle.

### A. Pourquoi un simulateur de marche ?

Comme tout nouveau né, elle doit apprendre, notamment, à se déplacer.

### B. Pourquoi un algorithme génétique ?

Problème d'optimisation combinatoire complexe Jhon Holland 1975 [1]

Superviseur : Mathieu Defrance

## II. ETAT DE L'ART

## III. MÉTHODOLOGIE

### A. Les hypothèses de base de notre approche

### B. Les fondements mathématiques

Genetic Algorithm

**Require:** Population size  $N$

, Mutation rate  $p_m$

, Crossover rate  $p_c$

, Maximum number of generations  $G_{\max}$

**Ensure:** Optimal solution

Initialize population  $P$  with  $N$  individuals

$g \leftarrow 0$

**while**  $g < G_{\max}$  **do**

Evaluate fitness of each individual in  $P$

Select parents for reproduction

Create empty offspring population  $Q$

**while**  $|Q| < N$  **do**

$p_1, p_2 \leftarrow \text{SelectParents}(P)$

$o_1, o_2 \leftarrow \text{Crossover}(p_1, p_2, p_c)$

$o_1 \leftarrow \text{Mutate}(o_1, p_m)$

$o_2 \leftarrow \text{Mutate}(o_2, p_m)$

Add  $o_1$  and  $o_2$  to  $Q$

**end while**

$P \leftarrow Q$

$g \leftarrow g + 1$

**end while**

**return** Best individual in  $P$

### C. La méthode proposée

1) *Fitness Function*: Un élément clé d'un bon apprentissage avec algorithme génétique est la définition de la fitness function. C'est la formule qui va évaluer l'aptitude de chaque individu et leur attribuer plus ou moins de points selon les critères choisis. Notre fitness function est la suivante. Elle représente la valeur de la fitness pour un individu à un instant  $i$ .

Une créature est évaluée sur 5 critères :

- La distance entre le tronc et le sol alive\_bonus
  - $< 0$  Si le tronc touche le sol
  - $> 0$  Sinon
- Les forces exercées : limite des mouvements trop violents pouvant provoquer la chute de la créature.
- La vitesse : distance parcourue divisée par le temps
- La hauteur maximale atteinte : maintien de la verticalité pour éviter une posture menant à la chute

Fitness = alive\_bonus + (

$$(H_{i-1} - H_i) * 0.1 + \frac{D_i - D_{i-1}}{\text{time}} + \text{forces} \quad (1)$$

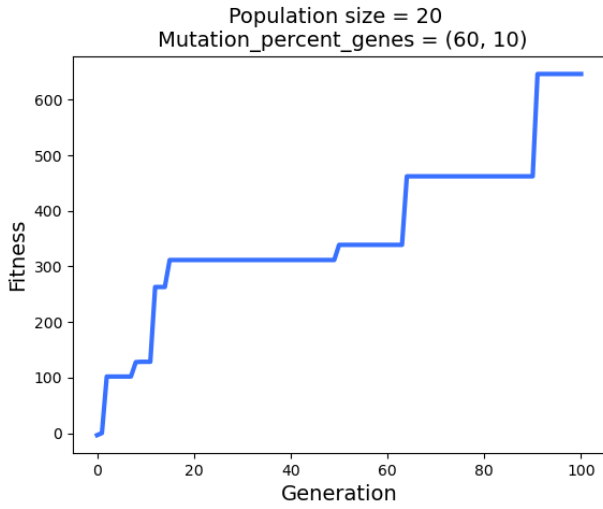


FIGURE 1. Example Image

Ce calcul est effectué à chaque génération de la simulation sur chaque individu.

$$forces = -0.2 \times \left| \sum (f) \right| \forall f \in F \quad (2)$$

La fitness totale est calculée en faisant la somme de ces différentes composantes. Cette fitness function permet d'évaluer la performance de chaque individu de la population et ainsi guide les processus de sélection, de croisement et de mutation au sein de l'algorithme génétique.

Grâce à ces paramètres, nous pensons que le génome des créatures pourra converger vers une suite de forces capables de faire bouger la créature sans qu'elle ne tombe.

La méthode que nous présentons ici a été développée sur base de choix d'implémentation grandement influencés par le contexte du projet. Celui-ci était séparé en 3 parties :

- 1. Recherche
- 2. Développement
- 3. Présentation d'une version vulgarisée du projet au Printemps des Sciences

Cette troisième partie rendait primordiale l'obtention d'un résultat fonctionnel et visuellement attrayant. Nous avons donc décidé d'utiliser la librairie PyGAD [7] pour nous libérer de l'écriture de l'algorithme lui-même et nous concentrer sur l'optimisations des paramètres.

#### D. Les jeux de données utilisés

#### E. Les instructions nécessaires pour pouvoir reproduire les expériences (par exemple pseudo-code)

Notre simulateur est disponible à l'adresse suivante : <https://github.com/nobourge/INFO-F308—Projets-d-informatique-3-transdisciplinaire—202223>

## IV. RÉSULTATS

## V. CONCLUSION

Nous avons pu constater que l'algorithme génétique est

TABLE I  
PARAMÈTRE PAR DÉFAUT DES SIMULATIONS

Parameter	Value
gene space	low : -1, high : 1, step : 0.1
init range low	-1
init range high	1
random mutation min val	-1
random mutation max val	1
initial population	None
population size	100
num generations	100
num parents mating	4
parallel processing	None
parent selection type	tournament
keep elitism	5
crossover type	uniform
mutation type	adaptive
mutation percent genes	(60, 10)

## RÉFÉRENCES

- [1] , John Holland *Adaptation in Natural and artificial Systems*, 1975.
- [2] , Gabriel Cormier *Systèmes Intelligents*, Université de Moncton, 2019.
- [3] , Karl Sims *Evolving Virtual Creatures*, 1994.
- [4] , Graham, Lee ; Oppacher, Franz. *Speciation Through Selection and Drift*. Proceedings of The Eleventh IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing. ACTA Press.
- [5] , Josh C Bongard *The legion system : A novel approach to evolving heterogeneity for collective problem solving*.
- [6] , J. Bongard et H. Lipson "Simulation de la locomotion par algorithme génétique".
- [7] <https://pygad.readthedocs.io/en/latest/>

## ANNEXE A

### CONSIGNES

#### *Document*

Le rapport doit être rédigé en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X en utilisant ce template. La longueur du rapport ne devra pas, en tout cas, dépasser les 6 pages. Ce rapport doit être *self-contained*, c-à-d il doit pouvoir être lu et compris sans avoir besoin de se documenter ailleurs.