

FRAMSTICKS – La vie artificielle –

A. Objectif du programme

1. Présentation

Framsticks est un programme de simulation de monde virtuel. Le programme original a été créé par une équipe de chercheurs polonais en 1996. Le site Internet officiel se trouve à l'adresse <http://www.frams.alife.pl>. L'objectif des développeurs est de se rapprocher le plus possible de la réalité. Le programme est donc loin d'être terminé, et il ne le sera sans doute jamais... Pour l'utilisateur, le but est de créer de la vie artificielle, à l'aide d'outils permettant la réalisation de créatures dans un monde virtuel.

Le programme utilisé dans cette étude est celui en version shareware. Il dispose de toutes les fonctions de la version enregistrée, sauf la représentation en Open GL. Par défaut les créatures sont représentées sous forme de fil de fer. En complément de Framsticks, j'ai utilisé le programme gratuit FramsticksViewer afin d'avoir une représentation en trois dimensions (3D - Open GL) des créatures.

2. Concept

Le concept qui anime ce programme est celui de la théorie évolutionniste de Charles Darwin : seul les espèces les plus adaptées à leur environnement survivent.

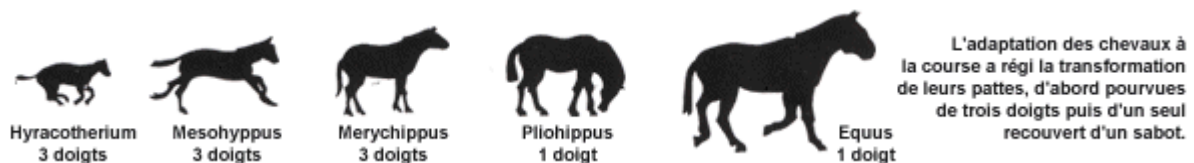


Illustration de la théorie de Charles Darwin

Les créatures sont créés à l'aide de bâtonnets munis de capteurs à leurs extrémités. L'assemblage des bâtonnets modélise une créature dont les caractéristiques vont évoluées à mesure du temps et des modifications de l'environnement.

Quelques types de capteurs (neurones):

- tactile pour sentir le sol
- gyroscopique pour déterminer sa position par rapport au sol
- des muscles de torsion (plus ou moins gros)
- des muscles de traction (idem)
- des sortes de "bouche"
- des "nez" pour repérer la nourriture...

Le moteur de Framsticks repose sur les algorithmes évolutionnaires.

Le concept de Framsticks, malgré sa complexité, peut être comparé au célèbre jeu japonais « Tamagoshi », qui consiste à s'occuper d'un petit animal virtuel. Dans le monde de Framsticks la créature subit des évolutions génétiques (mutations et croisements), afin de se rapprocher des paramètres définis dans le fitness.

B. Utilisation de Framsticks.

1. Ecran principal

The screenshot shows the Framsticks software interface. The main window is titled "Framsticks (unregistered) - C:\perso\cnam\programmation génétique\dossier à rendre\millepattes\par_defaut_0.expt". The interface includes a menu bar (File, Simulation, Genotypes, Individuals, Interface, Window, Help), a toolbar with icons for simulation control, and a status bar showing "[messages: 241] RUNNING Steps: 4 602 500 (550 / sec)".

The interface is divided into several panels:

- Groups:** A tree view showing the hierarchy of the simulation, including Gene Pools, Genotypes, Populations, Creatures, and Food.
- Artificial world:** A 3D visualization of the creatures and their environment, showing a network of connections between neurons.
- Body & Brain:** A detailed view of the creature's body and brain structure, showing the arrangement of neurons and their connections.

Below the panels is a table showing the contents of the gene pool:

		Body parts	Brain size	Copies	Distance	/ Fitness	Final fitness
New	afur Agehehu' (63.57%) and 'Ygafun Agehehu' (30.43%)	12	25	1	38.2532	763.077	763.077
	afan Agehehu' (62.66%) and 'Izalif Agehehu' (37.34%)	12	26	1	4.21962	793.008	793.008
	caliw Ateegehu'	12	26	1	4.69064	793.009	793.009
Copy	'faf Agehehu' (53.78%) and 'lgalak Agehehu' (46.22%)	16	27	1	5.14684	821.01	821.01
	kalip Ateegehu'	17	27	1	3.80153	823.008	823.008
Edit	fuk Agehehu' (81.15%) and 'Amaw Agehehu' (18.85%)	13	29	1	3.51241	845.007	845.007
	ad Agehehu' (57.68%) and 'Umaw Agehehu' (42.32%)	13	30	1	7.91512	885.016	885.016
	'um Agehehu' (64.36%) and 'Ugalip Agehehu' (35.64%)	14	32	1	4.91539	927.01	927.01
	'far Agehehu' (53.29%) and 'Uzafa Agehehu' (46.71%)	13	33	1	5.01192	965.01	965.01
	'ih Agehehu' (59.06%) and 'Urissa Agehehu' (40.94%)	18	34	1	3.62929	975.007	975.007
Delete	'faf Agehehu' (49.47%) and 'Ekelik Agehehu' (50.53%)	17	33	1	19.1229	983.038	983.038
	'afa Atehehu'	17	33	1	19.8281	983.04	983.04
Simulate	'im Agehehu' (65.57%) and 'Akafih Agehehu' (34.43%)	16	34	1	31.8164	1021.06	1021.06

Below the table is another panel showing the contents of the populations:

	Name	Genotype	Energy	Performance ...	NN enabled	Life span	Velocity	number of ...
View	Ifafa Atehehu	{,XQX[@0:2.911,0:-7.069...	54496		On	1	1500	0.003697
Delete								
Kill								
1:100		//0Im.Vstyle=foodtp:	1	Off	1	0	0	0

The bottom of the screenshot shows the Windows taskbar with various open applications and the system clock showing 17:41.

Ecran principal

L'écran principal comporte plusieurs fenêtres d'affichage :

- une représentation en 3D de la créature
- une représentation des connexions entre les neurones
- les étapes des mutations et croisements, ainsi que divers variables (brain, fitness...)
- la population et la nourriture qui évoluent dans le monde artificiel

2. Création des créatures

La structure est définie comme un arbre. La création des créatures se décompose en deux parties :

- Le corps :

L'élément de base est le « X ». Il est représenté par un bâtonnet. Les parenthèses « () » signifient un embranchement de bâtonnets. La documentation de Framsticks est illustrée d'exemples permettant la réalisation des créatures à l'aide de l'élément de base.

- Le cerveau :

Il est composé de neurones qui sont associés au corps à l'aide du symbole « [] ». Les paramètres entre crochets définissent le poids et la nature des connexions entre neurones.

3. Simulations

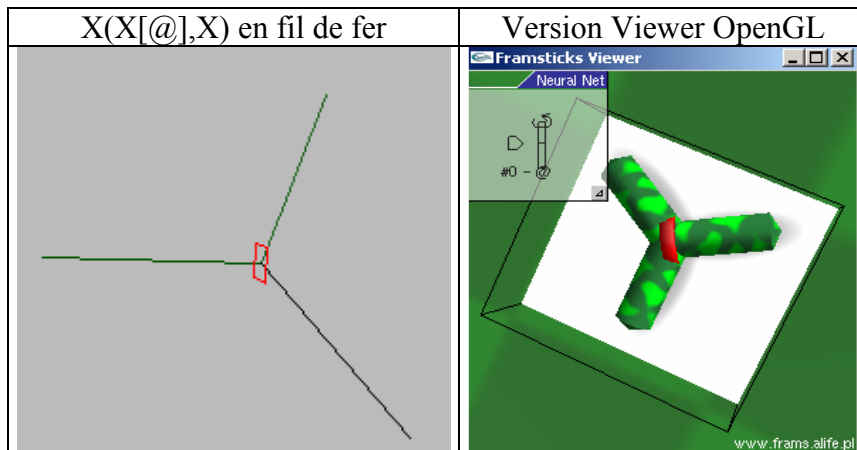
Framsticks possède de nombreux paramètres accessibles depuis le menu Simulation->parameters

Il est possible de paramétrer tout ce qui est imaginable dans un monde virtuel : nourriture, relief de la carte, ... En fait il y a tellement de paramètres qu'il est quasiment impossible de tomber deux fois sur la même créature.

Nous nous intéresserons essentiellement aux paramètres d'aptitude (fitness) et de nourriture (energy), disponible depuis le menu experiment->parameters.

a) Simulation n°1 : X(X[@],X)

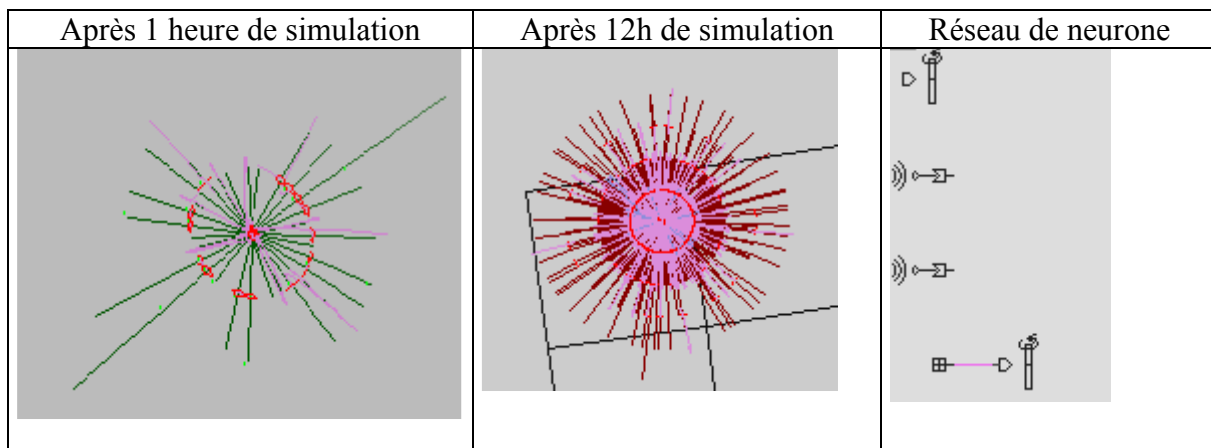
Le code génétique de la simulation n°1 signifie trois bâtonnets avec un muscle (sans neurone) au milieu . La représentation 3D est la suivante :



Le code génétique après une heure de simulation en mode 1 :1000 est le suivant :

```
(X, X[*][@, -1:-0.894], X[S] X[*][@, -1:3.548], XX[*][@, p:1, 1:-3.988], X[*][@, -1:-0.894], X[S]X[@, 1:-2.984, p:1], X[*][T]X[T][@], EX[*][@, p:1, 1:-3.525], X[*][@, -1:0.268], X[S]X[@, 1:1, p:1]X, AX[*][T](X[T][@]XX), QX[S], , X[S]X[@, 1:2.606, p:1], X[*][T]X[T][@], EX[*][@, p:1, 1:-0.168], X[*][@, -1:-0.894], X[S]X[@, 1:1.07, p:1], AX X[*][@, -1:-0.894], X[S]X[@, 1:-0.175, p:1], X[*][T]X[T][@], EX[*][@, p:1, 1:-0.485], XEX[*][@, p:1, 1:-0.485], X[*][@, -1:0.609], X[S]X[@, 1:0.75, p:1], AX[*][T]X[T][@]XX, X[*][T]X[*][@,p:1,1:0.396],XX[*][@, p:1, 1:-4.984], EX[*][@, p:1, 1:-0.485], X[*])
```

Evidemment ce code n'est pas exploitable. Pour ce faire, il faut utiliser l'affichage fil de fer ou open GL pour le corps et l'affichage de la fenêtre « brain » pour le réseau de neurone.

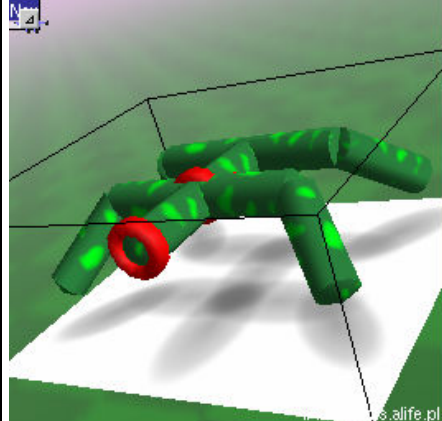
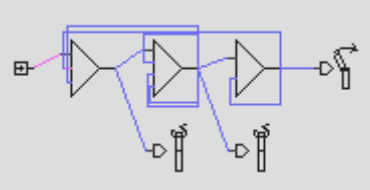


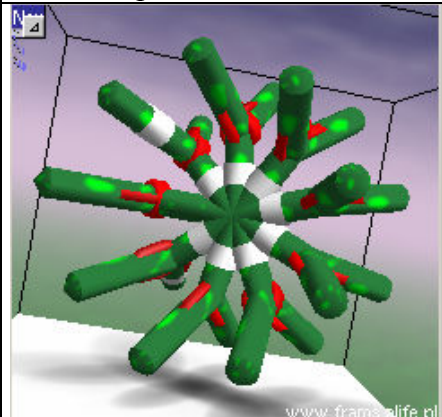
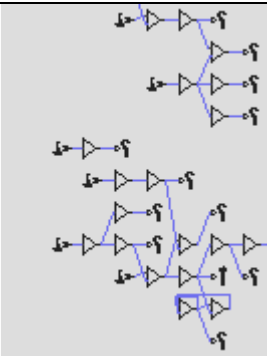
PARAMETRES DE LA SIMULATION & 1^{ère} CONCLUSION

Les paramètres du fitness ont été modifiés de cette façon : brain neurone (10), brain connections (10), vertical velocity (10). Les autres paramètres restent inchangés. Le code génétique peut être analysé à l'aide de la fenêtre « brain ». Cette fenêtre indique que les neurones ne sont pas connectés entre eux. Ceci signifie que la créature n'a pas évolué, et qu'elle ne montre aucun signe d'intelligence. Dans le monde virtuel, la créature ne marche pas. On retrouve dans les formes générées la forme initiale, avec la prédominance d'un cercle de muscles au centre.

b) Simulation n°2 : X

Après cette première simulation, un peu décevante, j'ai changé le génotype pour le réduire à sa plus simple expression : X (un bâtonnet). Les paramètres ont été intégralement remis aux valeurs par défaut (fitness...).

Après 10 minutes	Réseau de neurone	Remarques
		Très rapidement, la créature apprend. Les neurones sont connectés entre eux. La créature marche.

Après 30 minutes	Réseau de neurone	Remarques
		Au bout de quelques minutes, l'évolution est très rapide. Un véritable réseau de neurones est constitué. Le cerveau a considérablement augmenté de volume. La créature se déplace très rapidement, en boule. Les mouvements sont impressionnants de réalisme !

PARAMETRES DE LA SIMULATION & 2^{ème} CONCLUSION

L'adaptation accrue a permis à la créature de se développer rapidement. En moins de 30 minutes de simulation (1 :1000), nous avons une créature dotée de capacités lui permettant de se nourrir, et de se déplacer. Si on laisse se continuer la simulation encore quelques minutes, on se rend compte que très vite des capteurs (sensibilité, d'odorat, etc...) se développent aux extrémités des bâtonnets. Plus la créature évolue (en particulier pour ses sens olfactifs), et

plus vite elle trouve de la nourriture (des boules jaunes d'énergie). Ainsi elle vit plus longtemps et donne de meilleures chances de survie aux générations futures.

c) Simulation n°3 : X

Pour la simulations n°3, le seul paramètre qui a été changé par rapport à la simulation n°2, est celui de l'opérateur de sélection (selection rule) situé dans le menu parameter->selection. Ce paramètre a été placé sur fitness-proportional (roulette) au lieu de tournament (2 génotypes).

Au bout d'une demi-journée, la créature n'a presque pas évolué, les progrès sont très lents. On se rend donc compte que la méthode la mieux adaptée pour notre étude est celle du tournoi plutôt que de la roulette.

d) Simulation n°4 : reproduction et carte du monde

Pour finir, parmi les nombreux paramètres de Framsticks, j'ai choisi d'étudier :

- la reproduction

Les créatures peuvent évoluer ensemble. Elles peuvent aussi se battre et se dévorer jusqu'à ce que la meilleur l'emporte ! Ainsi en ajoutant plusieurs créatures dans le même monde on assiste à des croisements originaux, qui perpétuent l'espèce dominante en lui donnant les facultés de ses anciens adversaires.

- la carte du monde

La carte du monde peut facilement se dessiner depuis l'écran des paramètres, sur le menu world. La syntaxe est très simple, il s'agit d'une édition en mode texte. Le programme tient compte de la structure du terrain dans l'évolution des créatures. Il est par ailleurs possible de créer des espèces qui se déplacent sous l'eau (en dessous du niveau zéro) !

C. Conclusion

Il est possible d'utiliser ce programme afin de satisfaire plusieurs objectifs : ludique, évolutionniste, médical...

Le premier, le plus ludique : effectuer des créatures les plus sympathiques et originales possible, sans tenir compte de l'intelligence mais uniquement du résultat visuel (exemple : un mille pattes).

Ensuite il est possible d'utiliser Framsticks pour obtenir la créature la plus intelligente possible, celle qui sera la plus rapide, la plus apte à évoluer dans son environnement.

Dans le domaine médical, il serait possible d'utiliser un outil similaire dans l'élaboration de nouveaux médicaments ou la guérison de maladies génétiques.

Aujourd'hui, au Pays bas, on utilise la génétique pour croiser les orchidées et obtenir des plantes meilleures marchées et esthétiquement plus jolies et originales. Un programme comme Framsticks laisse envisager des perspectives dans la simulation (accélérée) du croisement des plantes ou dans biens d'autres domaines.

La difficulté dans l'utilisation du programme est le grand nombre de paramètres. La connaissance dans les réseaux génétiques est un atout pour obtenir des créatures qui s'adaptent mieux. Ceci fait de Framsticks un programme difficile à appréhender pour un néophyte.

Framsticks est une application régulièrement mise à jour et possédant une communauté d'utilisateurs actifs. Plusieurs forums et sites internet sont dédiés à son utilisation. C'est pourquoi malgré le fait qu'il n'y a aucun usage industriel actuellement, Framsticks sera certainement utilisé un jour dans des domaines qui sortent du cadre de la recherche.