

Compte-rendu de TP “Algorithme Génétique”

Jérôme FOURMOND & Stanislas LEROY
M2 Informatique – Parcours Intelligence Artificielle
Université Claude-Bernard Lyon 1

20 février 2017

Table des matières

1	Objectif	2
2	Constantes	2
3	Paramètres à faire évoluer	2
4	Valeurs initiales	2
5	Algorithme	2
5.1	Paramètres	3
5.2	Processus de sélection	3
5.3	Processus de reproduction	3
5.4	Processus de mutation	3
5.5	Processus de remplacement	3
6	Programme	3
6.1	Exécution	3
6.2	Fichier CSV	4
7	Résultat	4
7.1	Les différents tests	4
7.2	Meilleurs paramètres	7

1 Objectif

L'objectif de ce TP est de programmer un algorithme génétique permettant de faire évoluer une population d'individus, où chaque individu code les paramètres d'un oeil d'après la modélisation suivante (Figure 1) :

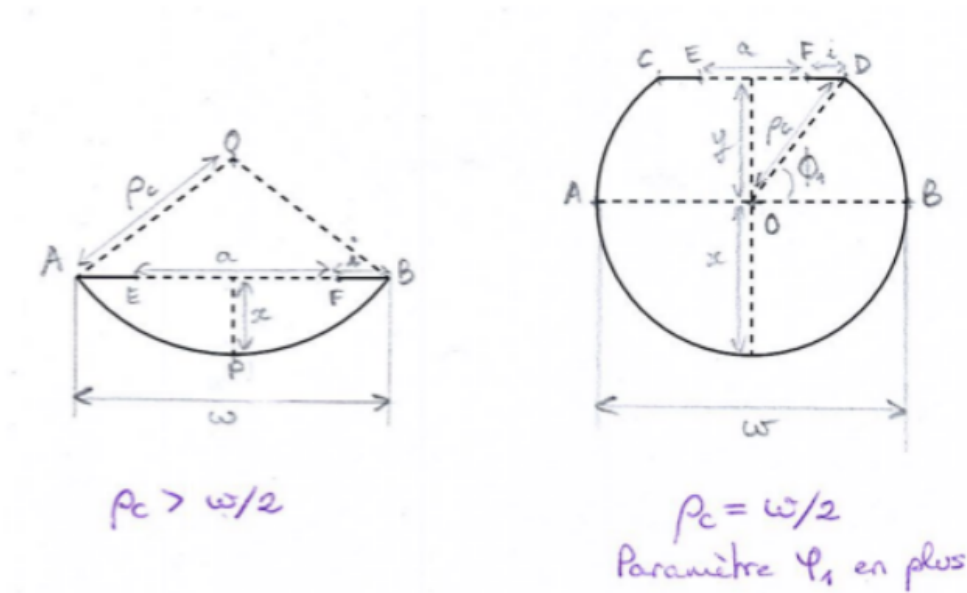


FIGURE 1 – Modelisation

En outre, l'oeil peut comporter une lentille sphérique de rayon $a=2$ centrée sur le centre de l'ouverture (milieu du segment [EF]). Au sein de cette lentille, l'indice de réfraction n suit un gradient allant de 1.35 (à l'extérieur) à une certaine valeur n_0 .

2 Constantes

- Tout au long de l'évolution, la largeur maximale de l'oeil (distance AB) reste égale à $w = 1.5$ cm,
- L'intensité lumineuse I sera prise égale à e^6 .

3 Paramètres à faire évoluer

- Rayon de courbure ρ_c : peut varier dans la plage $[w/2, 10000]$
- Taille de l'iris i : peut varier dans la plage $[0, w/2[$
- Angle Φ_1 : peut varier dans la plage $[0, \pi/2[$
- Indice de réfraction n_0 au centre de la lentille : peut varier dans la plage $[1.35, 1.55]$

4 Valeurs initiales

- Rayon de courbure initial $\rho_c = 10000$
- Taille initiale de l'iris $i = 0$
- Angle Φ_1 initial : $\Phi_1 = 0$
- Indice initial de réfraction au centre de la lentille $n_0 = 1.35$

5 Algorithme

L'algorithme s'exécute jusqu'à ce que le nombre de générations limite soit atteint.

5.1 Paramètres

- Taille de la population : 40
- Nombre de générations : 50000
- Taux de cross-over : 0.5
- Taux de mutation : 0.2

5.2 Processus de sélection

1. Tri de la population en fonction de leur valeur de fitness
2. Récupération des probabilités de reproduction
3. Création du "camembert" en fonction de la probabilité de reproduction
4. Choix aléatoire de deux parents en fonction du camembert

5.3 Processus de reproduction

L'enfant détiendra les caractéristiques aléatoires en fonction des caractéristiques des parents et du taux de cross-over.

5.4 Processus de mutation

Les enfants produits muteront en fonction du taux de mutation. Une seule caractéristique de l'enfant sera modifiée (addition) par un double gaussien aléatoire.

5.5 Processus de remplacement

Les étapes de sélection, de reproduction et de remplacement sont effectuées jusqu'à ce que la population soit entièrement renouvelée.

6 Programme

Le répertoire git-hub du projet est disponible à l'adresse suivante :
<https://github.com/jfourmond/EyeEvolution>

6.1 Exécution

Le programme nécessite le répertoire *resources* contenant le fichier *indice_refraction.dat* pour fonctionner. Quatre arguments sont à spécifier au programme :

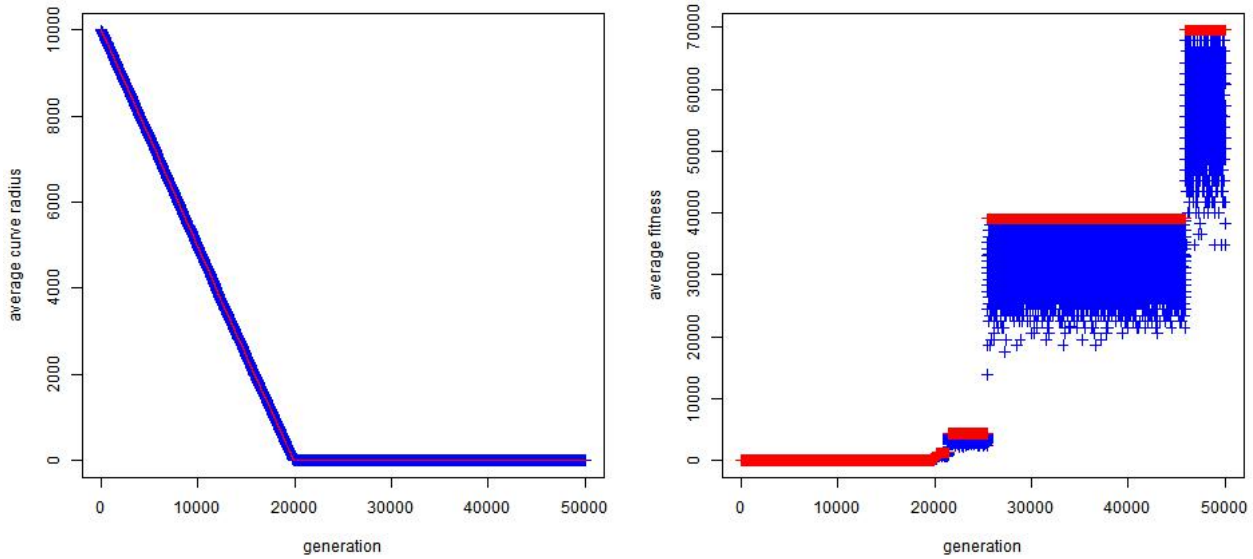
- la taille de la population
- le nombre de générations
- le taux de cross-over (en pourcentage)
- le taux de mutation (en pourcentage)

Un cinquième argument, optionnel, peut être spécifié : la graine du générateur aléatoire (*seed*).

```
java -jar EyeEvolution.jar [population-size] [generations] [crossover-rate]
```

Dans le cas présent, avec les paramètres choisis, l'appel au programme via l'archive Java se fait de la façon suivante :

```
java -jar EyeEvolution.jar 40 50000 50 20
```



(a) Test 1 – Évolution du rayon de courbure moyen (b) Test 1 – Évolution de la fonction fitness moyenne

FIGURE 2

6.2 Fichier CSV

A l'exécution, le programme produit un fichier au format *csv* dans le répertoire *resources* contenant les détails suivants pour chaque génération :

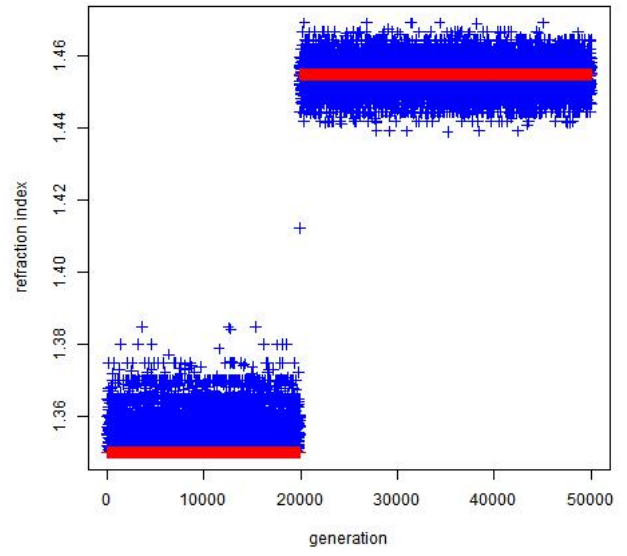
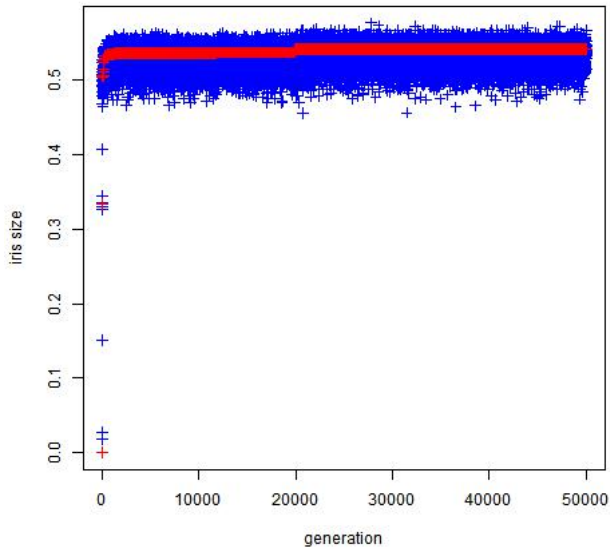
- numéro de la generation
- taille de la population
- taux de cross-over
- taux de mutation
- graine du générateur aléatoire
- rayon de courbure moyen
- taille de l'iris moyen
- angle moyen
- indice de réfraction moyen
- fitness moyen
- rayon de courbure du meilleur oeil
- taille de l'iris du meilleur oeil
- angle du meilleur oeil
- indice de réfraction du meilleur oeil
- fitness du meilleur oeil

7 Résultat

7.1 Les différents tests

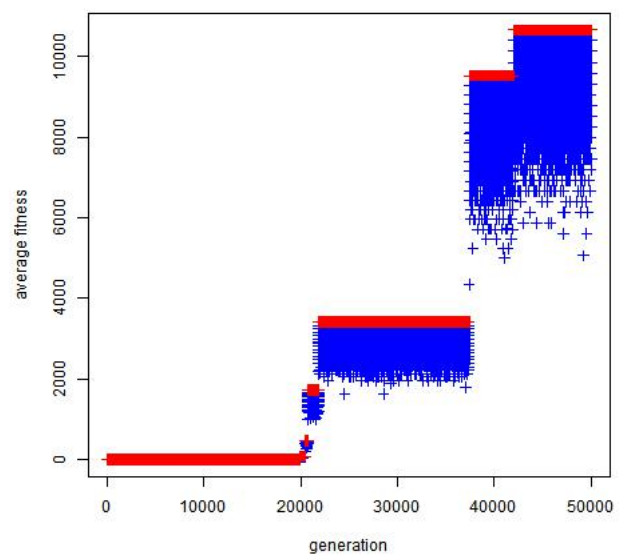
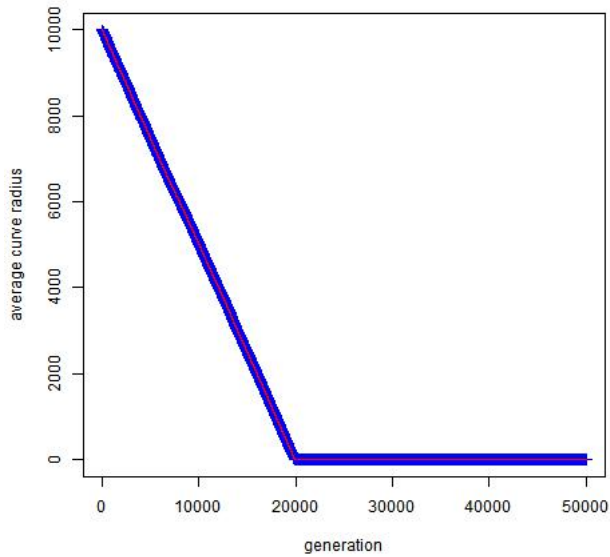
Les graphes concernant l'évolution des rayons de courbure moyens sont semblables entre les trois tests. Le rayon de courbure minimum est atteint au bout de 20 000 générations (voir Figures 2a, 4a et 6a).

Concernant la valeur moyenne de la fonction fitness, on observe que les résultats des tests 1 et 2 sont similaires et marquent une différence avec le test 3. En effet, pour deux des premiers tests (voir Figures 2b et 4b), les courbes sont des courbes en escalier. Respectivement quatre et cinq seuils sont visibles et les seuils intermédiaires sont les plus marqués. En revanche, pour le troisième test (voir



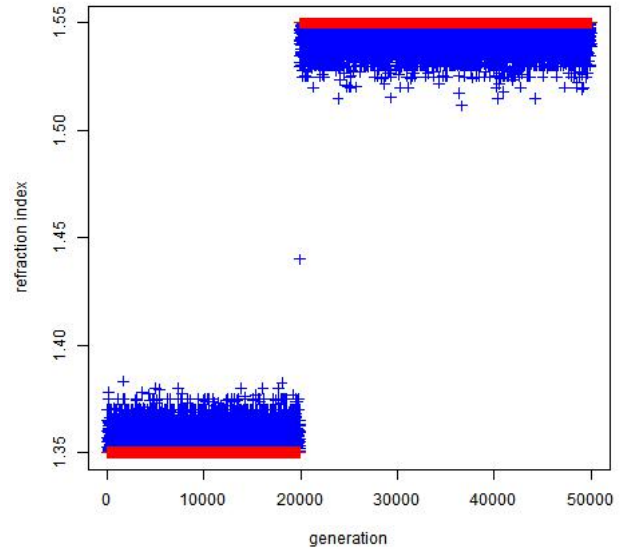
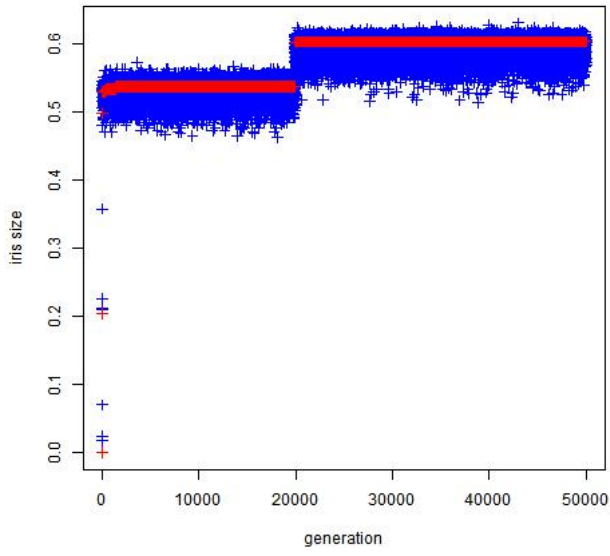
(a) Test 1 – Évolution de la taille moyenne de l'iris (b) Test 1 – Évolution de l'indice de réfraction moyen

FIGURE 3



(a) Test 2 – Évolution du rayon de courbure moyen (b) Test 2 – Évolution de la fonction fitness moyenne

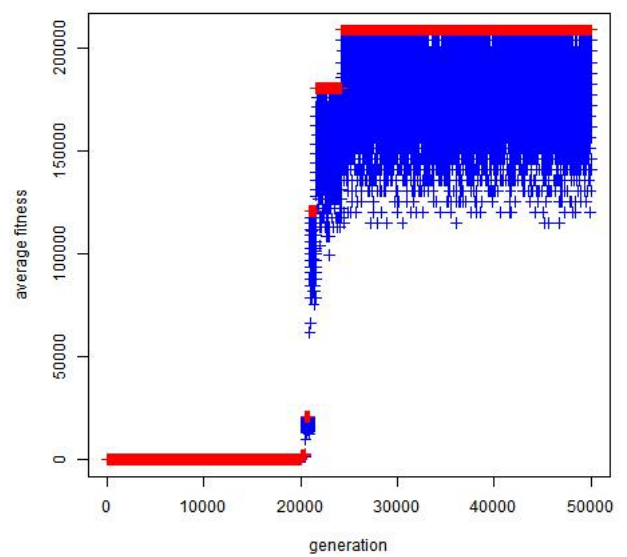
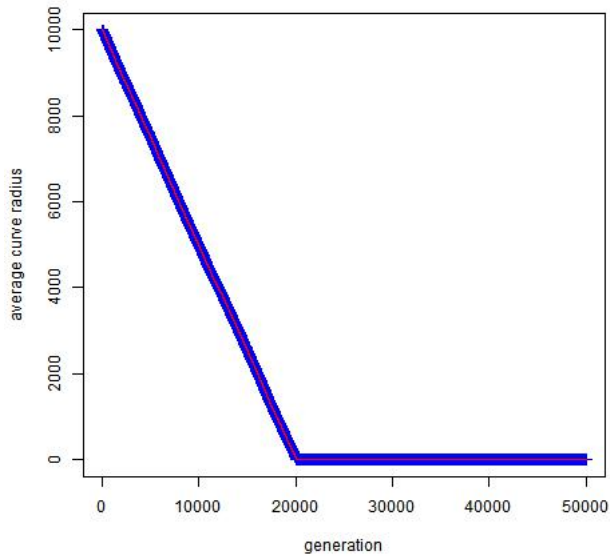
FIGURE 4



(a) Test 2 – Évolution de la taille moyenne de l'iris

(b) Test 2 – Évolution de l'indice de réfraction moyen

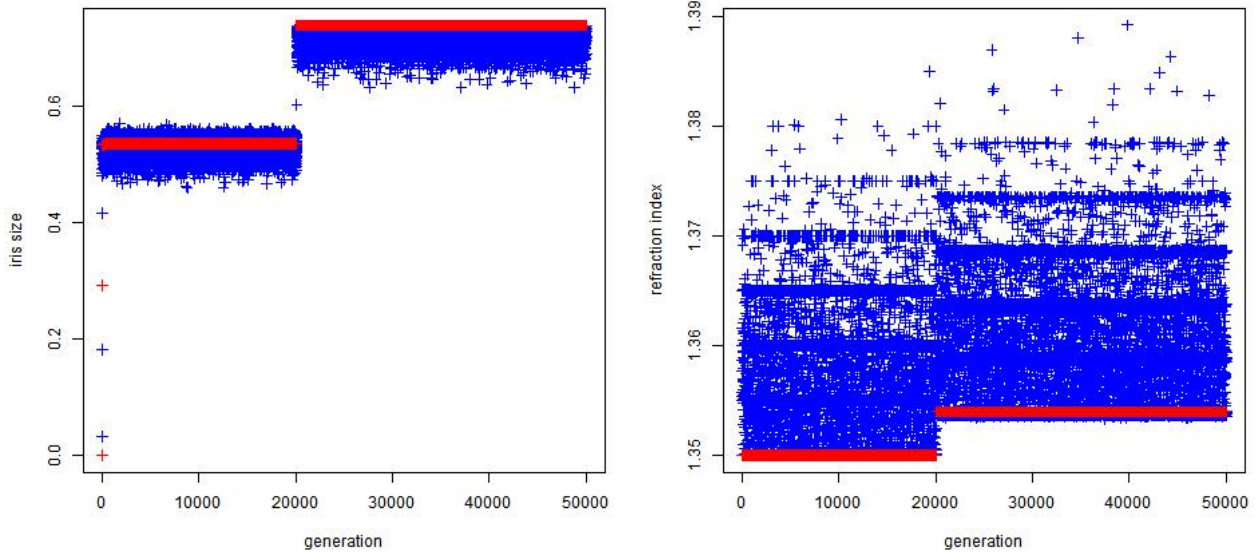
FIGURE 5



(a) Test 3 – Évolution du rayon de courbure moyen

(b) Test 3 – Évolution de la fonction fitness moyenne

FIGURE 6



(a) Test 3 – Évolution de la taille moyenne de l'iris (b) Test 3 – Évolution de l'indice de réfraction moyen

FIGURE 7

Figure 6b), cinq seuils sont également présents mais les deux plus importants sont le premier (valeur minimale de la fitness moyenne) et le dernier (valeur maximale de la fitness moyenne).

Il existe également une distinction entre les différents tests pour la taille moyenne de l'iris. Le test 1 (voir Figure 3a) montre une évolution quasi-linéaire de cette valeur. En revanche, on observe (voir Figures 5a et 7a) une évolution avec deux paliers fortement distingués pour les tests 2 et 3.

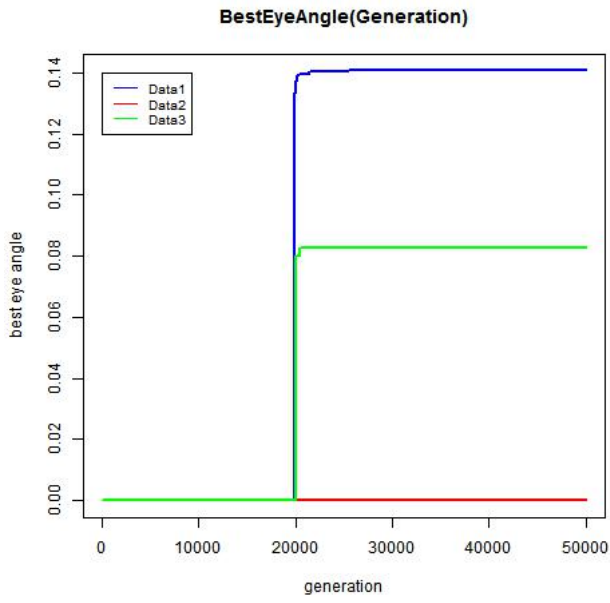
Enfin, une autre distinction peut être faite concernant l'indice de réfraction moyen. À l'instar de la valeur de la fitness moyenne, les résultats des tests 1 et 2 sont similaires (voir Figures 3b et 5b) avec un net écart entre les deux paliers initiaux et finaux. À l'inverse, l'écart entre les paliers obtenus dans le test 3 (voir Figure 7b) est beaucoup moins marqué.

7.2 Meilleurs paramètres

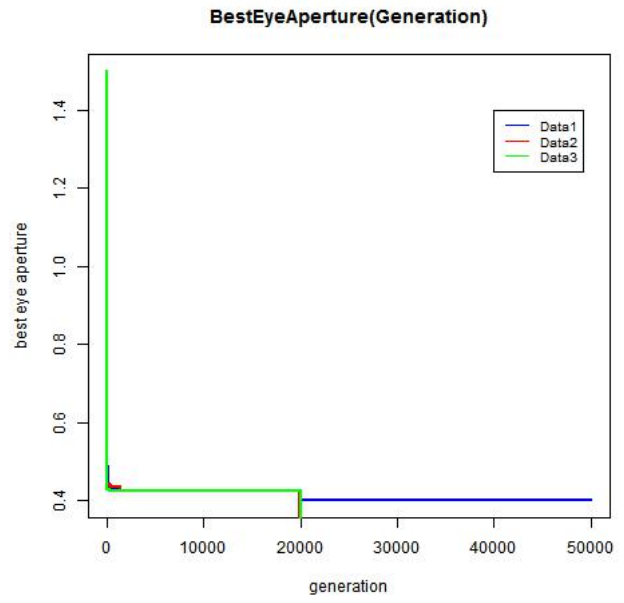
Dans l'article de Nilson et Pelger de 1994, il est écrit :

As the aperture constricts, the optical image becomes increasingly well resolved (*cf.* p3).

Les figures 8b et 9b obtenues pour les meilleurs individus illustrent ce phénomène. En effet, on observe que lorsque l'ouverture diminue (depuis la valeur 1.5 vers 0.4), la profondeur de champ augmente (de 0 vers 0.8). Les pentes des 2 courbes sont élevées, ce qui caractérise une évolution très rapide de ces paramètres. Par conséquent, les trajectoires obtenues sont effectivement similaires à celle imaginée dans l'article.

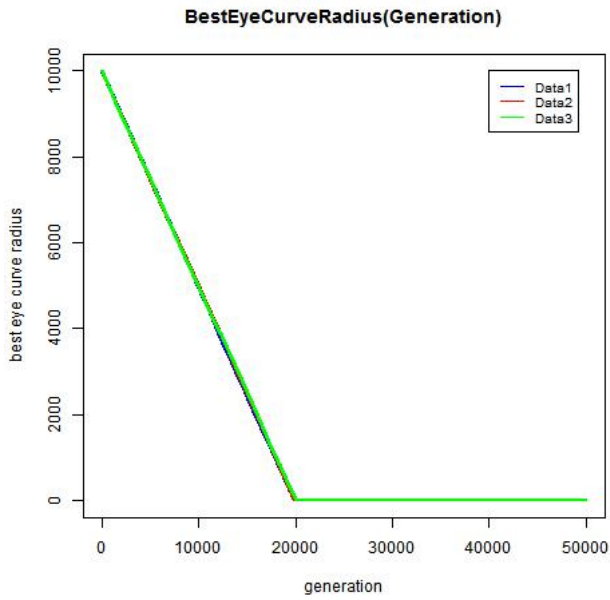


(a) Evolution de l'angle du meilleur oeil en fonction de la génération

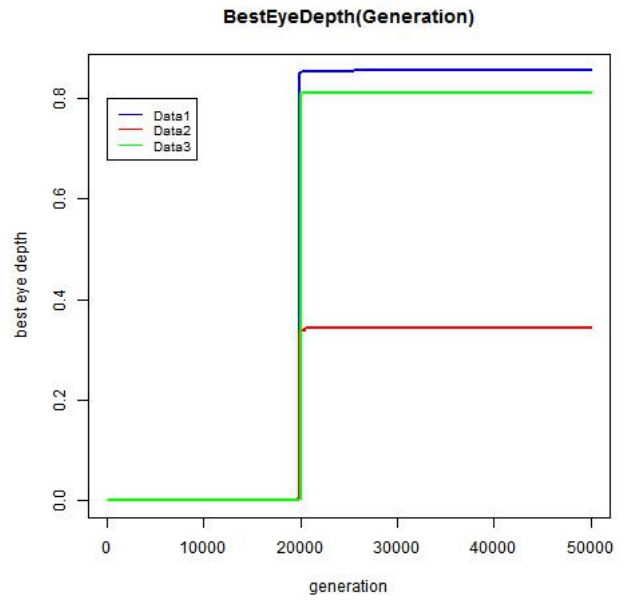


(b) Evolution de l'ouverture du meilleur oeil en fonction de la génération

FIGURE 8

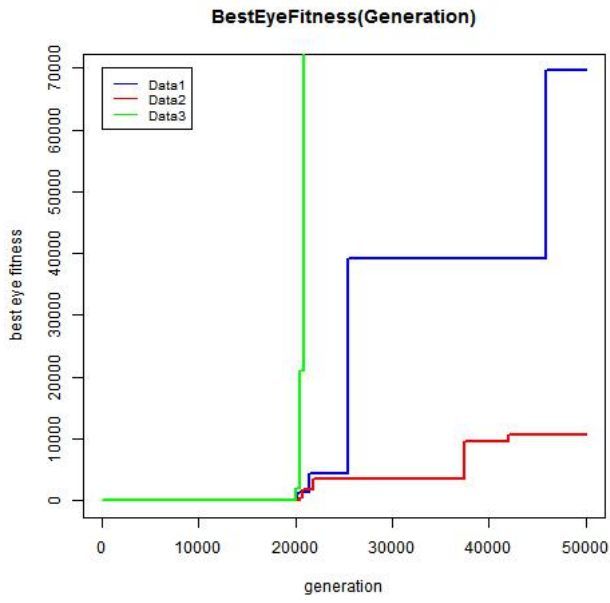


(a) Evolution du rayon de courbure du meilleur oeil en fonction de la génération

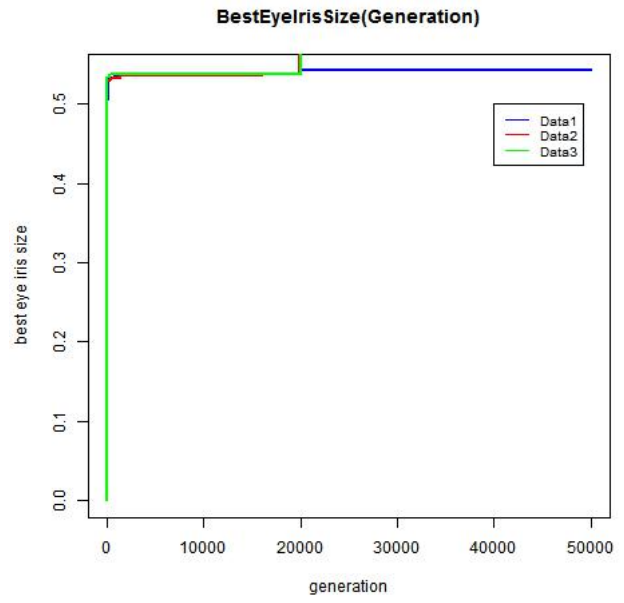


(b) Evolution de la profondeur du meilleur oeil en fonction de la génération

FIGURE 9

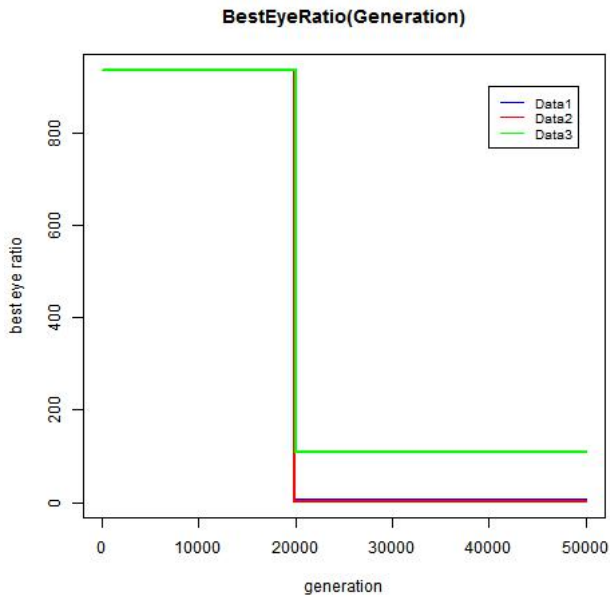


(a) Evolution de la fitness du meilleur oeil en fonction de la génération

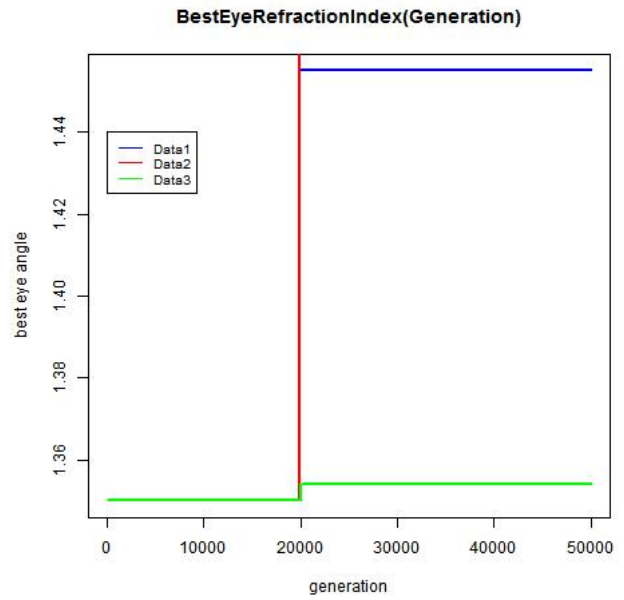


(b) Evolution de la taille de l'iris du meilleur oeil en fonction de la génération

FIGURE 10



(a) Evolution du ratio du meilleur oeil en fonction de la génération



(b) Evolution de l'indice de réfraction du meilleur oeil en fonction de la génération

FIGURE 11

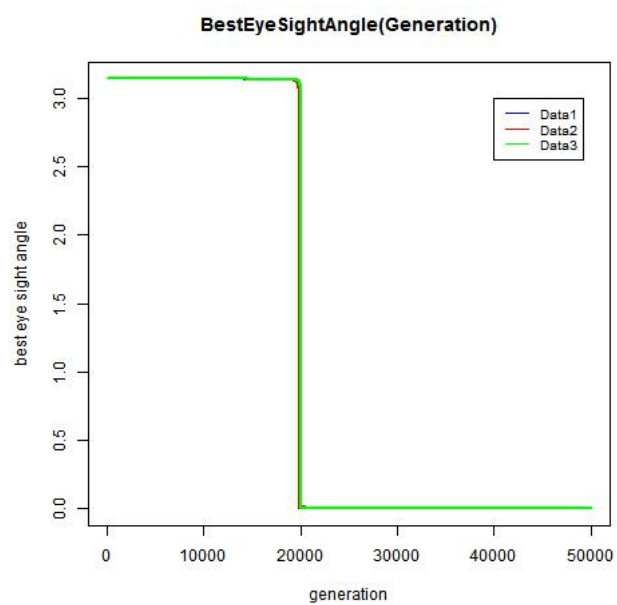


FIGURE 12 – Evolution de l'angle de vue du meilleur oeil en fonction de la génération