

## RÉSUMÉ

- ◉ Introduction
- ◉ Exemple
- ◉ Comment l'utiliser
- ◉ Discussion et questions

## INTRODUCTION

- ◉ Les algorithmes génétiques sont utiles pour résoudre les problèmes d'optimisation qui:
  - Contiennent plusieurs paramètres qui sont reliés de façon non linéaire;
  - Présentent plusieurs maximums locaux sur lesquels les algorithmes d'optimisation par méthode du gradient risquent de converger;
  - Contiennent des paramètres pour lesquelles il est difficile de calculer des dérivées...

## EXEMPLE

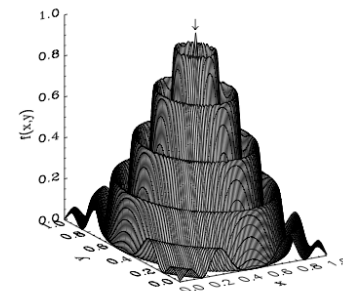
- ◉ Exemple tiré de Charbonneau, P. (2002). *An introduction to genetic algorithms for numerical optimization*, NCAR Technical Notes, TN-450+1A  
[http://www.cs.uga.edu/~potter/CompIntell/no\\_tutorial.pdf](http://www.cs.uga.edu/~potter/CompIntell/no_tutorial.pdf)

- ◉ Trouver le maximum de cette fonction 2D numériquement

$$f(x, y) = \cos^2(n\pi r) \exp(-r^2/\sigma^2), \quad (1a)$$

$$r^2 = (x - 0.5)^2 + (y - 0.5)^2, \quad x, y \in [0, 1], \quad (1b)$$

where  $n = 9$  and  $\sigma^2 = 0.15$  are constants.



◎ Avec PIKAIA:

- Générer aléatoirement une « population » de points de coordonnées  $(x, y)$
- Évaluer  $f(x, y)$  à chaque point
- Comparer  $f_{\max}=1$  et  $f(x_i, y_i)$
- Évaluer une fonction «fitness» qui dépend de  $f_{\max}-f(x_i, y_i)$ 
  - On cherche à minimiser  $f_{\max}-f(x_i, y_i)$ , mais PIKAIA est conçu pour maximiser une quantité.
  - On définit donc  $F=1/(f_{\max}-f(x_i, y_i))$
- Pour chaque coordonnée, on obtient une mesure de la correspondance à la valeur recherchée.
- C'est le temps de faire des bébés!

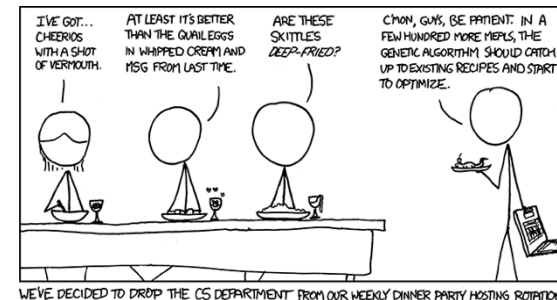
- Les individus les plus «FIT» ont plus de chance de se reproduire entre eux!
- «Code génétique» de chaque individu (chaque point) → coordonnées  $x$  et  $y$ , encodées comme une chaîne de caractère:
  - Exemple: Madame Chose se trouve en  $x=0.20000$ ,  $y=0.12345$ . Son code génétique sera:  
[2000012345]  
*Dépend du nombre de décimales (5 par défaut) et du nombre de paramètres. La valeur de chaque paramètre doit être entre 0 et 1; peut être reconverti en unités physiques avant l'évaluation de la fitness.*
  - Monsieur Skywalker, lui, a le génotype suivant:  
[3333366666]
- 1 bouteille de vin + du Barry White pendant 15 minutes...

- ... 2 nouveaux individus vont remplacer leurs parents dans la population. Leur code génétique est déterminé par ceux de Mme. Chose et M. Skywalker:
  - 1-On détermine aléatoirement un endroit où le gène est sectionné, puis on échange les dernières parties.
  - 2-Mutations génétiques aléatoires.

[200|0012345] → [200|3366666] → [200|3366966]  
 [333|3366666] → [333|0012345] → [334|0012345]

- Bingo! 2 nouveaux bébés!
- On répète l'opération en choisissant des parents au hasard (avec une préférence pour les plus «fit») jusqu'à ce que la population soit complètement renouvelée.
- On recalcule la fitness pour toute la nouvelle génération.

- À la fin, le meilleur individu de la dernière génération est supposé être assez proche de la solution.



## FICHIERS ET DOCUMENTATION

### ● Fichiers:

<http://download.hao.ucar.edu/archive/pikaia/>  
(Incluant plusieurs exemples)

### ● Documentation:

Charbonneau, 2002. An introduction to genetic algorithms for numerical optimization.

<http://nldr.library.ucar.edu/repository/assets/technotes/asset-000-000-000-390>

Charbonneau & Knapp, 1995. A user's guide to PIKAIA 1.0.  
<http://nldr.library.ucar.edu/repository/collections/TECH-NOTE-000-000-000-230>

Charbonneau, 2002. Release notes for PIKAIA 1.2.  
<http://nldr.library.ucar.edu/repository/collections/TECH-NOTE-000-000-000-391>

## LES CODES...

### driver.f

n: nombre de paramètres [0-32]

ctrl: vecteur de grandeur 12 définissant les caractéristiques de l'évolution

x: vecteur de grandeur n contenant les valeurs numériques de paramètres [0.-1.]

Choisir seed pour générateur de nombre aléatoires de pikaia

pikaia.f

### fitness.f

Pour chaque membre de la population de la génération en cours, convertit le vecteur x en unités physiques et calcule la fitness

### report

Sous-routine de pikaia qui peut être adaptée pour imprimer l'évolution des paramètres dans un fichier ou le terminal

## EXEMPLE D'ÉVOLUTION DES PARAMÈTRES

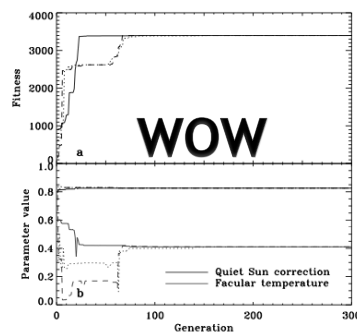
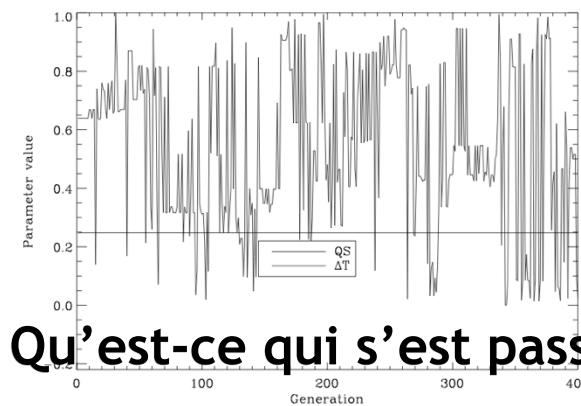


Figure 4. Best-fitting model fitness and parameter values in function of generation for the 210.5 nm model. The fitness is calculated with equations 9 and 10. Internally, PIKAIA uses parameter values normalized between [0.0,1.0], as plotted here; this is rescaled into physical units before the fitness calculation.

## EXEMPLE D'ÉVOLUTION DES PARAMÈTRES



Qu'est-ce qui s'est passé?

