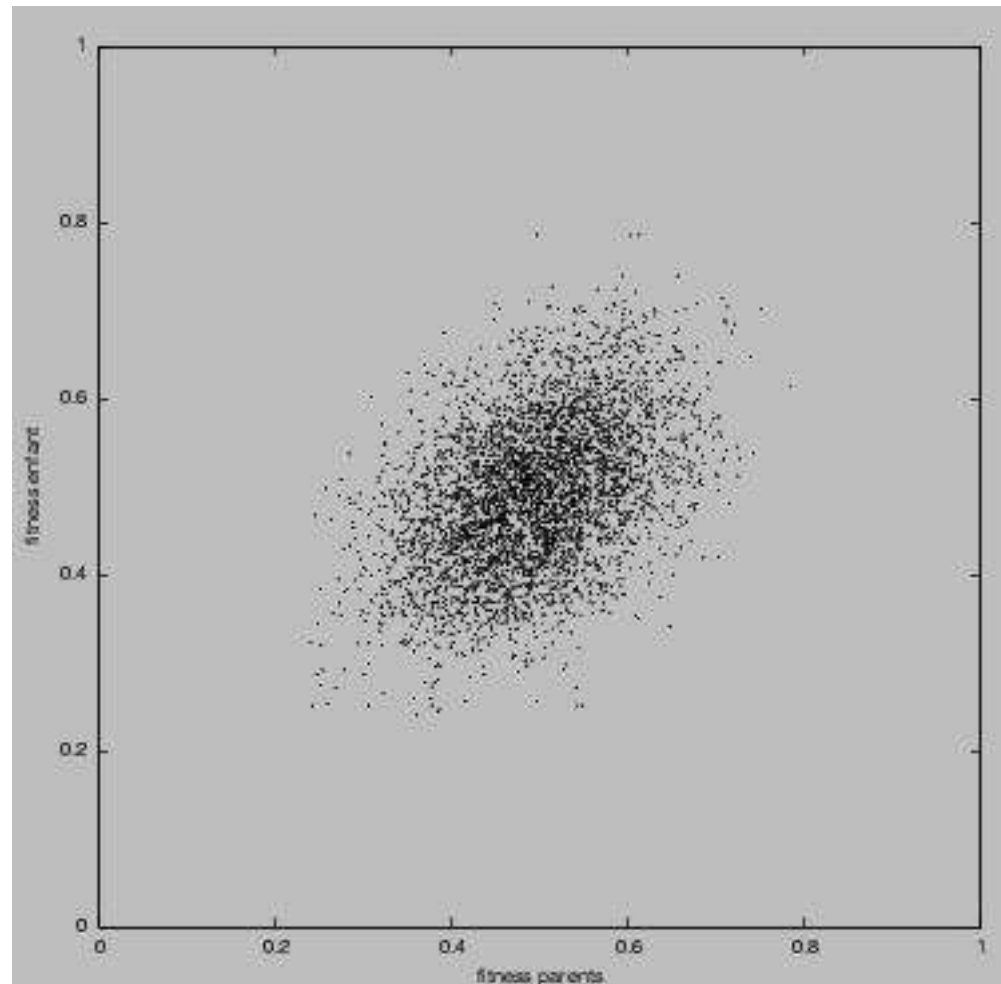


Etude de la corrélation entre la fitness des  
parents et la fitness des enfants  
Application aux NK-landscape...

Sébastien Verel

Philippe Collard

Projet TEA  
Laboratoire I3S - Université de Nice Sophia Antipolis



$f$  : fonction de fitness

$x, y$  : solutions potentielles

$w$  : opérateur local

- Opérateur unitaire :  $( f(x) , f(w(x)) )$
- Opérateur binaire :  $( (f(x)+f(y))/2 , f(w(x,y)) )$

# Corrélation de fitness Parents / Enfant

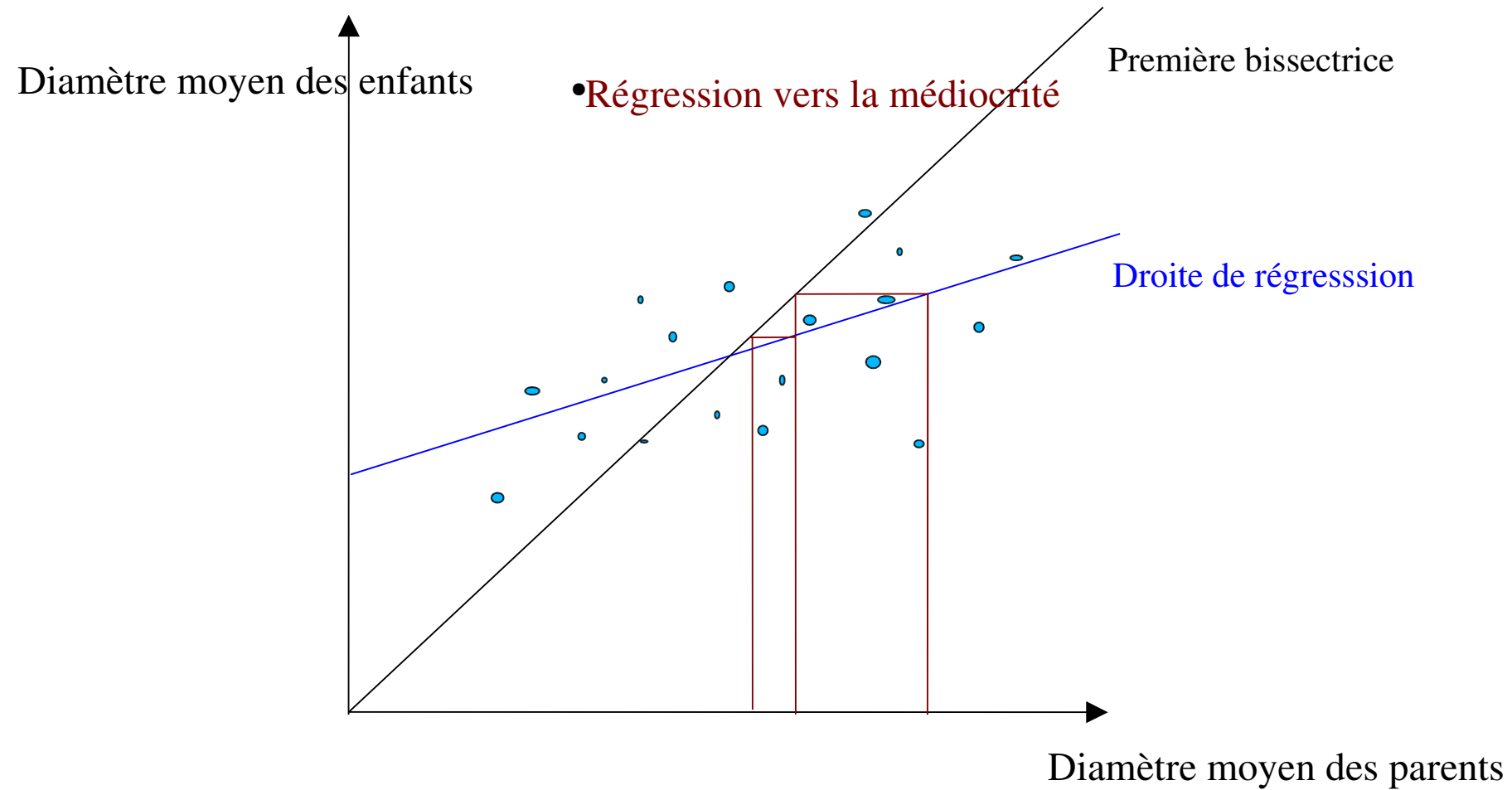
## 1. Etat de l'art Distribution de Fitness

- ♦ Les origines avec Galton
- ♦ Modèle de prédiction
- ♦ Mesure de performance
- ♦ Caractérisation de paysage de fitness

## 2. Distribution de fitness pour le NK landscape...

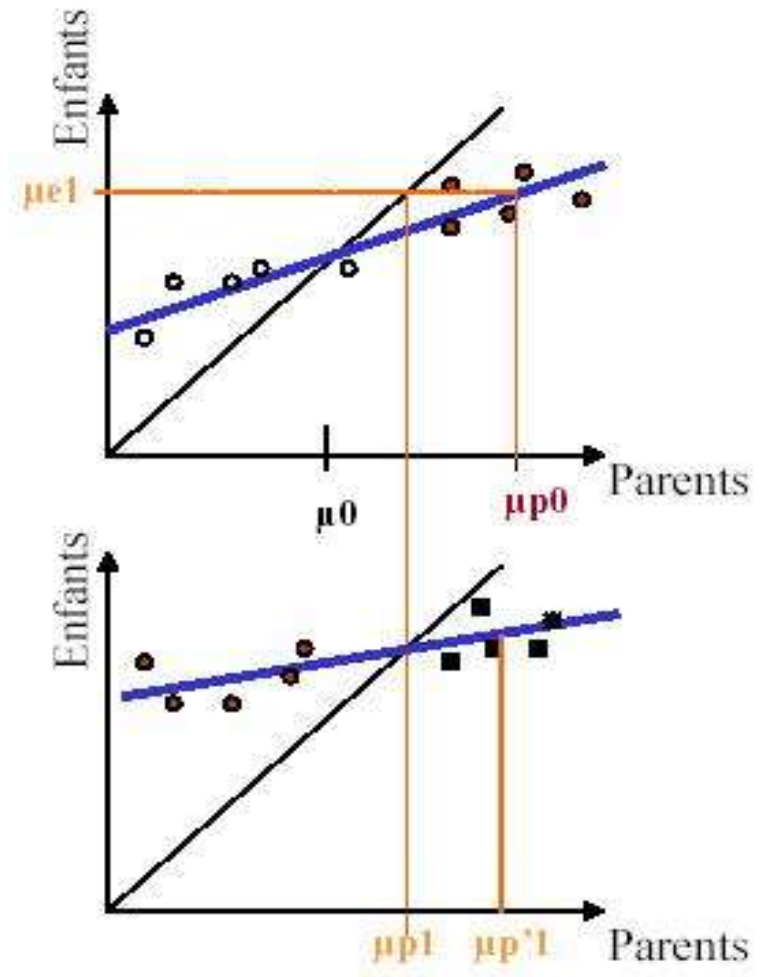
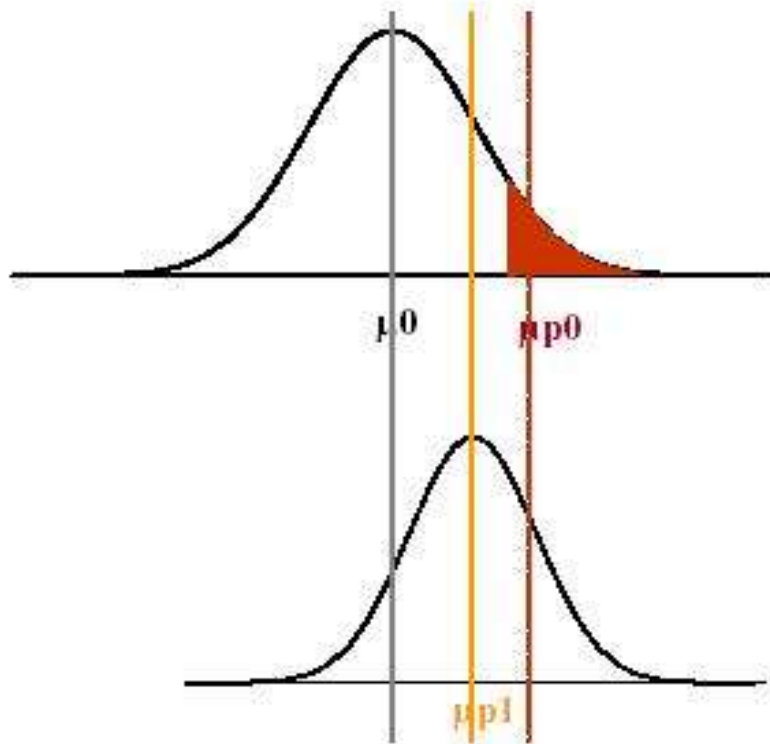
Premiers graphiques réalisés :

Galton (1875) : étude de l'hérédité des caractères  
quantitatifs  
→ taille des poix doux



→ Description de la corrélation (droite d'inversion ou de régression)

Pearson remarque une erreur :



→ Evolution de la droite de régression au cours des générations :

Le calcul de la moyenne ne s'effectue plus sur la même population de parents à chaque génération

Deux questions sont mises en avant :

- Est-il possible de décrire la corrélation entre les moyennes parents et enfants par une fonction simple ?
- Est-il raisonnable de supposer que la corrélation reste inchangée au cours des générations ?

# Dans le cadre des Algorithmes Génétiques...

Utilisation Distribution de Fitness comme :

- ♦ Modèle pour la prédiction du comportement d'un AG
- ♦ Mesure de la performance d'un AG
- ♦ Caractérisation d'un paysage de fitness

En vue de la conception de l'AG :

- Choix de la représentation des solutions
- Choix de la fonction de fitness
- Choix de l'opérateur
- Choix du taux d'application d'un opérateur
- Choix du mode de sélection...



# Modèle de prédiction d'évolution

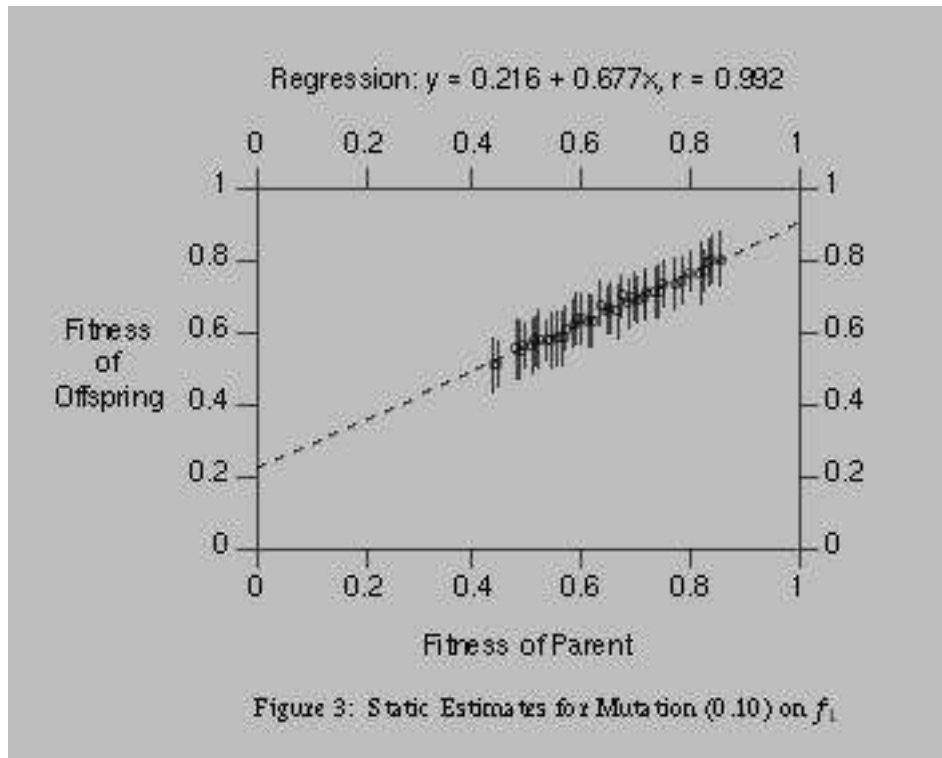
Greffentette (1995), Altenberg (1995)

Fitness Distribution d'un opérateur :

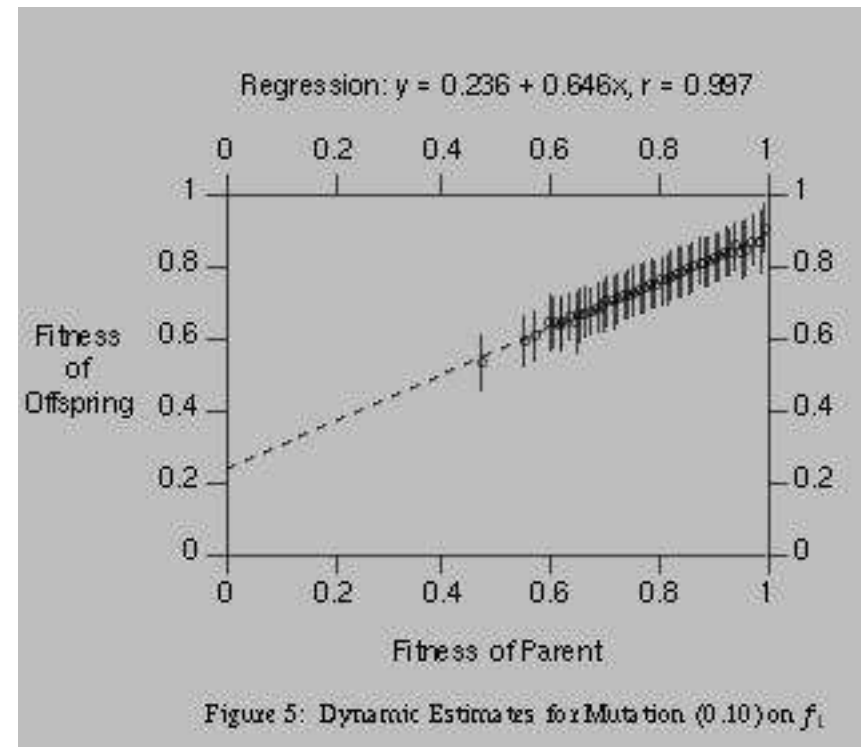
$FDop(Fp) = \text{Prob}(Fc = \text{fitness of offspring} \mid \text{parents have mean fitness } Fp)$

$$E[M(t+1)] = 1/N \sum \mathbf{E}(FDop(\mathbf{f}_i, \mathbf{t})) \mathbf{f}_i / \mathbf{M}(\mathbf{t})$$

# Etude expérimentale réalisée sur les 5 fonctions de De Jong :



Evaluation  
statique



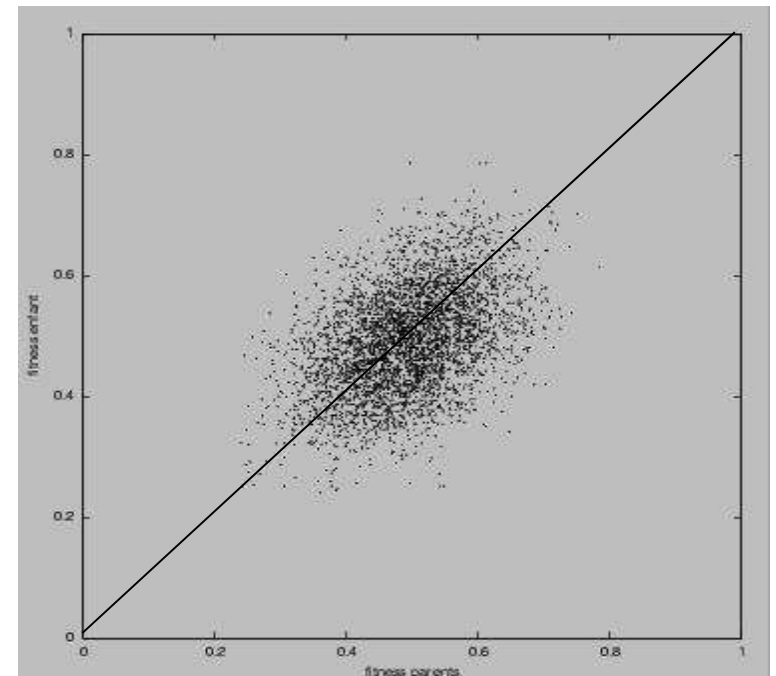
Evaluation  
dynamique

# Mesure de performance

Altenberg (1994)

Evolvabilité : capacité d'une population à produire de meilleurs individus

Plusieurs mesures possibles :  
Probabilité d'amélioration, valeur moyenne d'amélioration...



## Altenberg :

conjecture que forme décroissance de l'évolvabilité lié à la performance de l'AG  
étude de l'évolvabilité en GP

## Fogel :

mutation adéquat sur fonctions numériques  
opérateur de mutation pour un problème de TSP à 30 villes

## Igel :

adaptation de l'opérateur de mutation sur un problème d'estimation de paramètre d'une densité  
opérateur de mutation adéquat sur un problème de régression symbolique en GP

Et surement d'autres...

# Exemple : réglage dynamique

Problème d'estimation de paramètre d'un densité de probabilité (Igel)

De nombreux opérateurs existent (18) : choix du bon opérateur ?

→ Réglage dynamique de la probabilité d'application de chaque opérateur.

Génération 0 : ( 1/18, ... , 1/18)

...

Génération n : ( p1, ... , p18 )

La variation de probabilité  $\Delta p_i$  s'effectuent tout les  $N_{adapt}$  générations en fonction du “bénéfice absolu” de l'opérateur  $i$

# Caractérisation d'un paysage de fitness

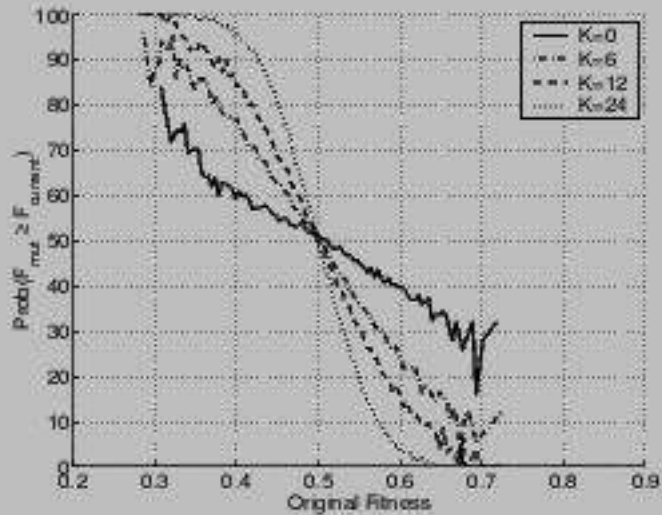
Smith (2001) :

Plusieurs mesures d'évolvabilité sont proposées :  
caractérise le paysage de fitness : épistasie et neutralité

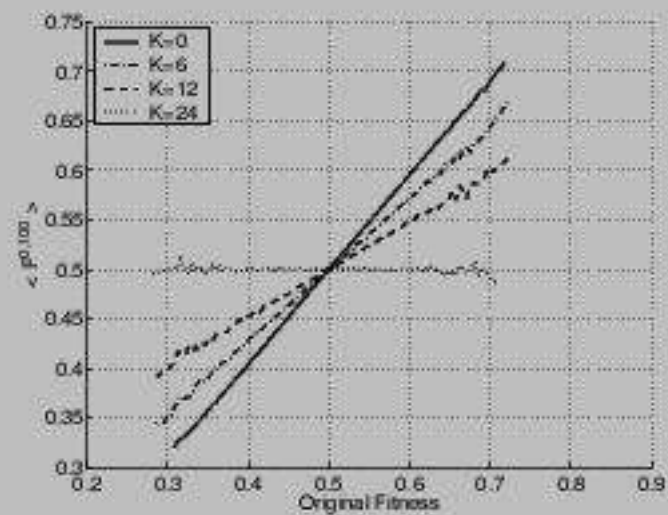
4 mesures en fonction de la fitness des parents :

- Probabilité d'amélioration
- Moyenne des fitness des enfants
- Moyenne des fitness des C% meilleurs enfants
- Moyenne des fitness des C% pires enfants

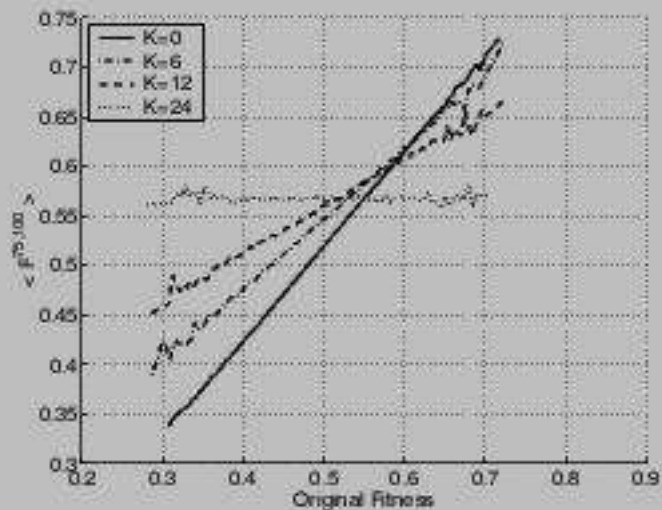
# Epistasie sur le NK



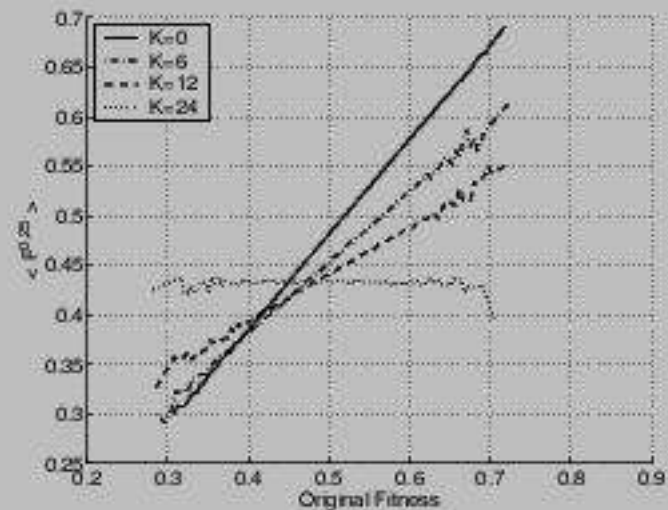
(a) Probability of a non-deleterious mutation,  $E_a$



(b) Expected fitness over all mutations,  $E_b$

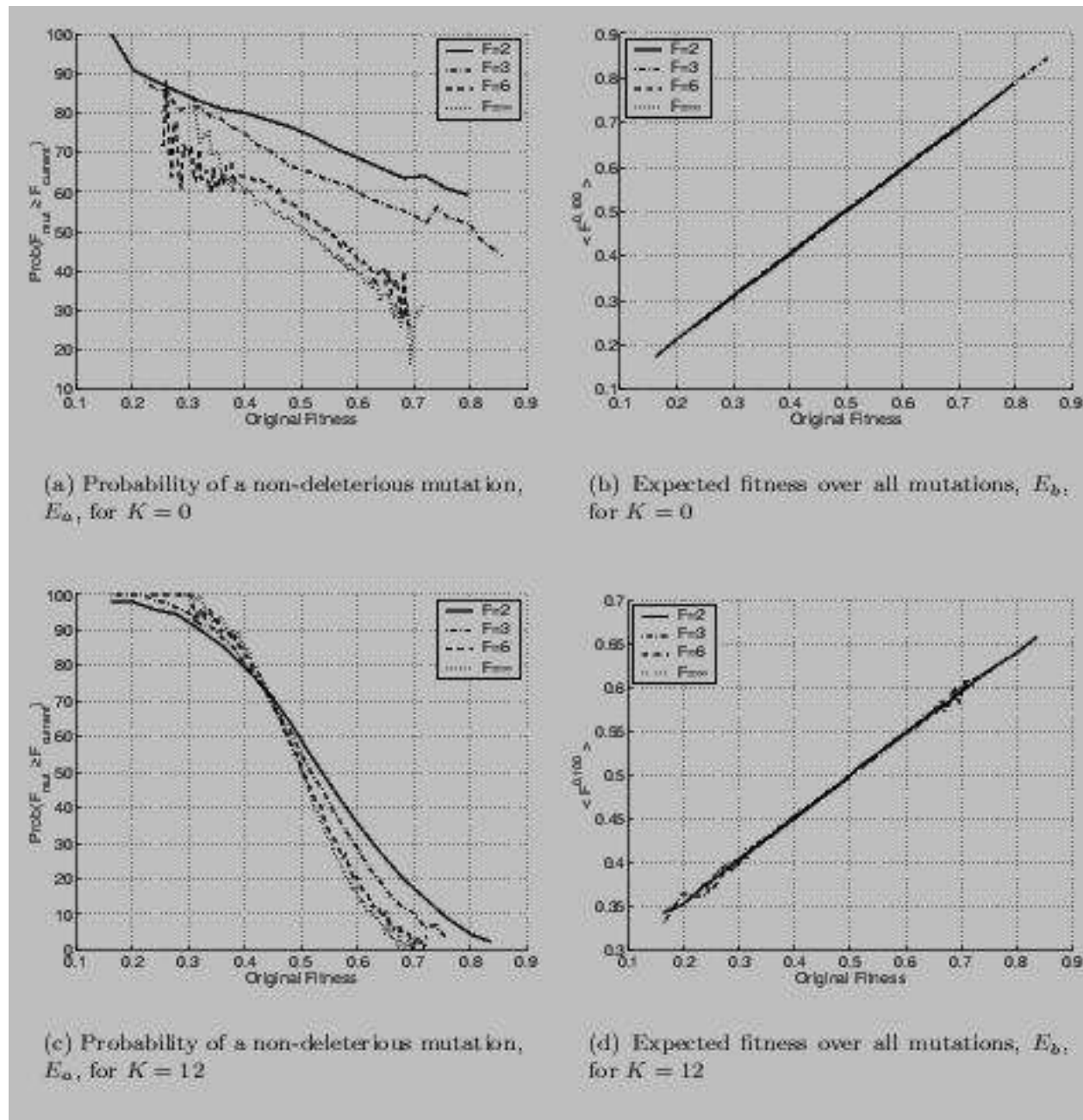


(c) Expected fitness over top quartile of mutations,  $E_c$

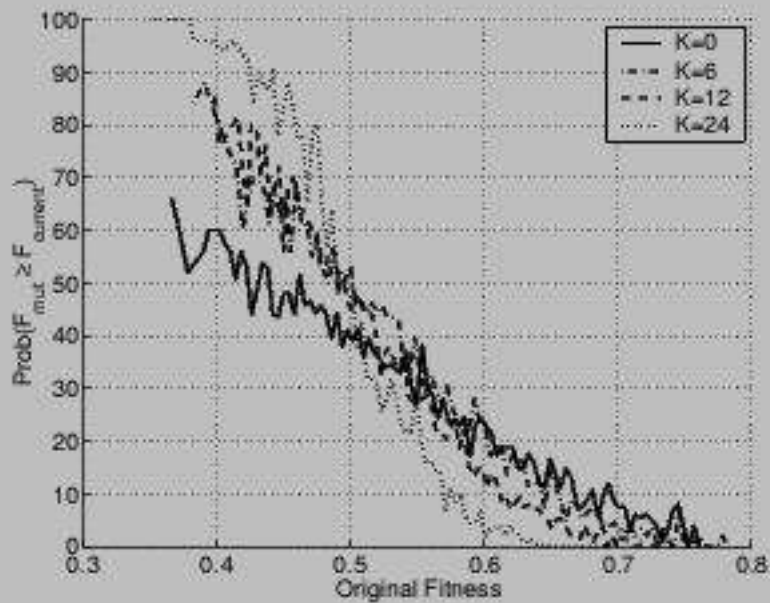


(d) Expected fitness over bottom quartile of mutations,  $E_d$

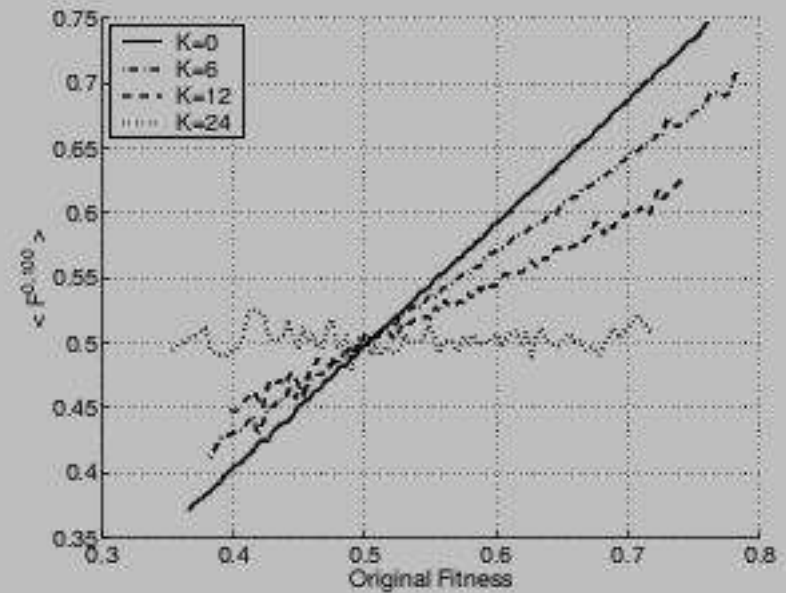
# Neutralité sur le NK q





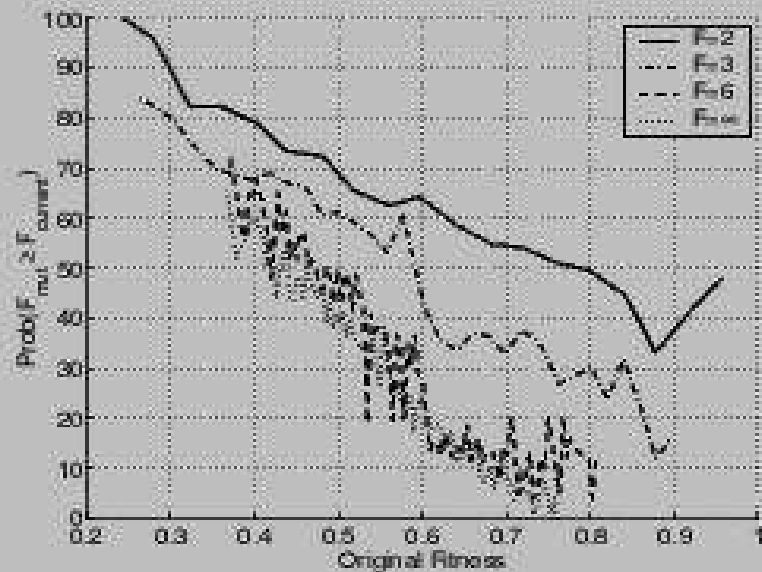


(a) Probability of a non-deleterious mutation,  $E_a$

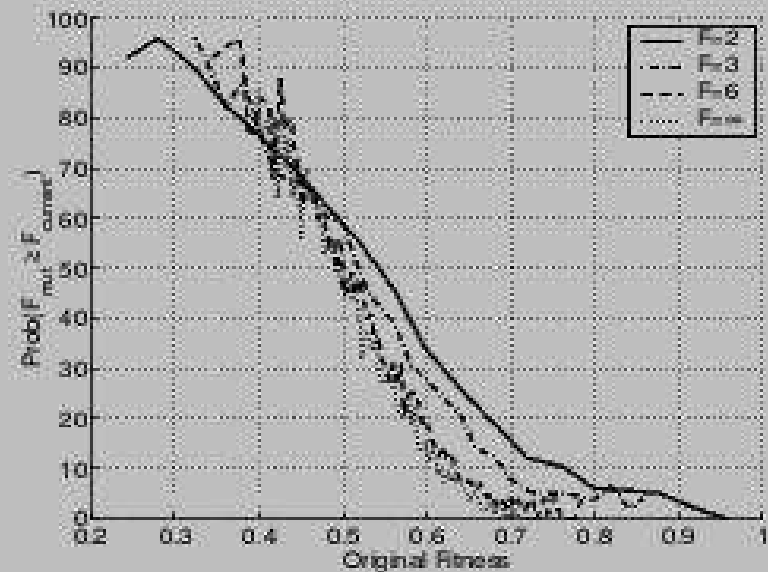


(b) Expected fitness over all mutations,  $E_b$

## Evaluation dynamique cours d'un Hill Climber

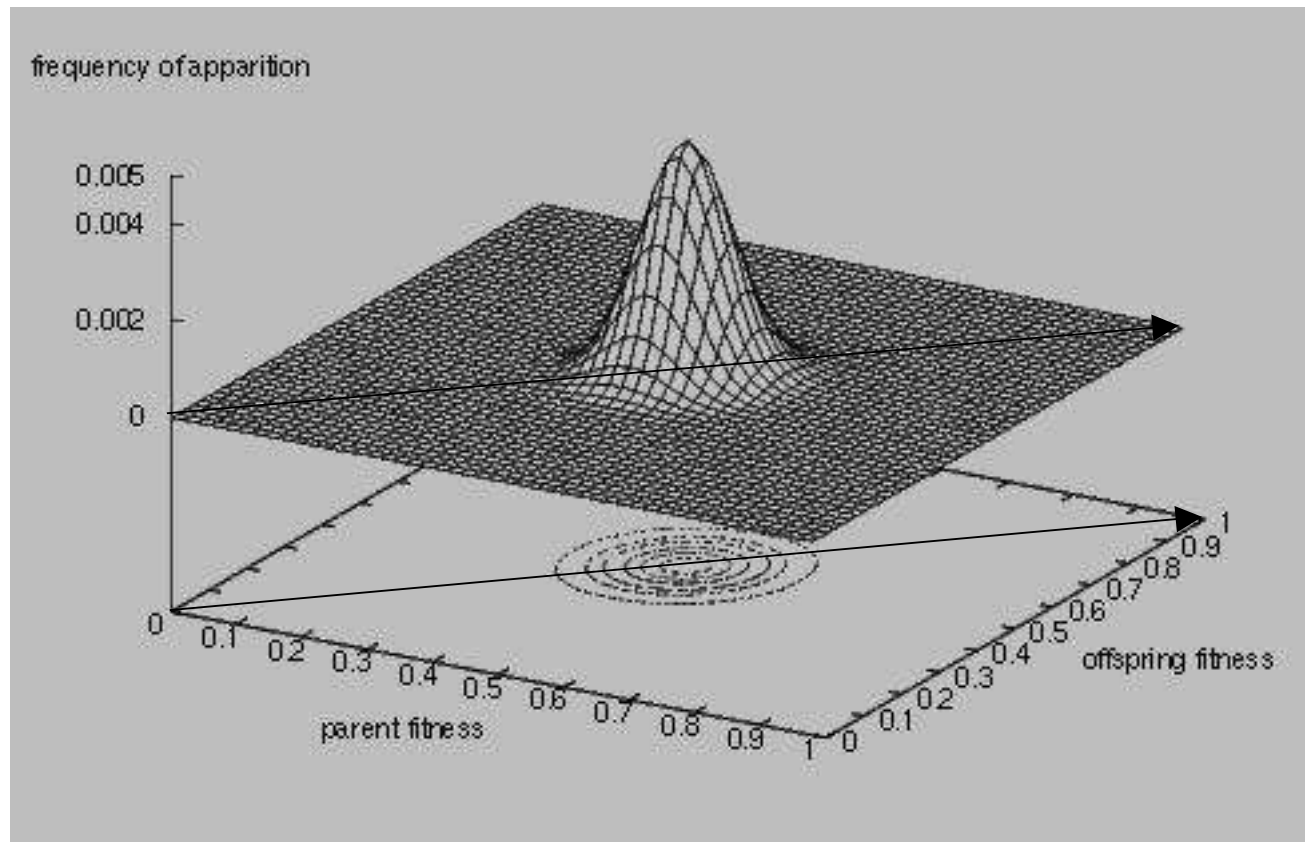


(a) Probability of a non-deleterious mutation,  $E_a$ , for  $K = 0$

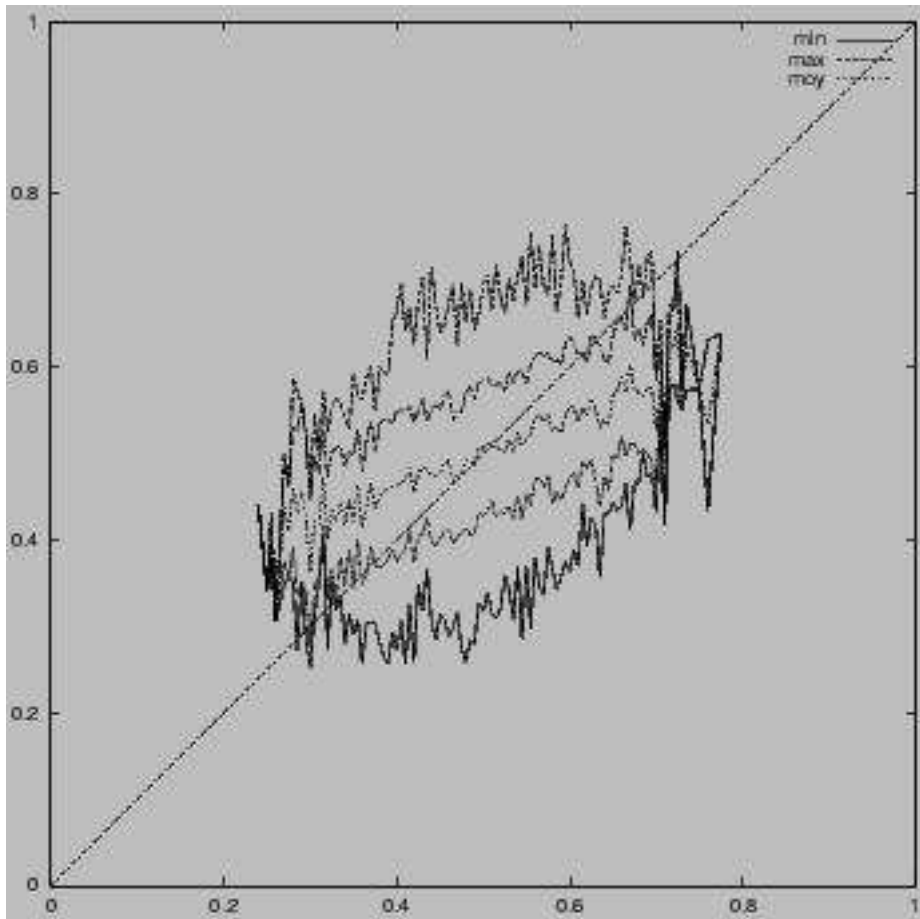


(b) Probability of a non-deleterious mutation,  $E_a$ , for  $K = 12$

# Corrélation de fitness parent / enfant sur le NK landscape



NK N=25 K=20



Fitness moyenne :

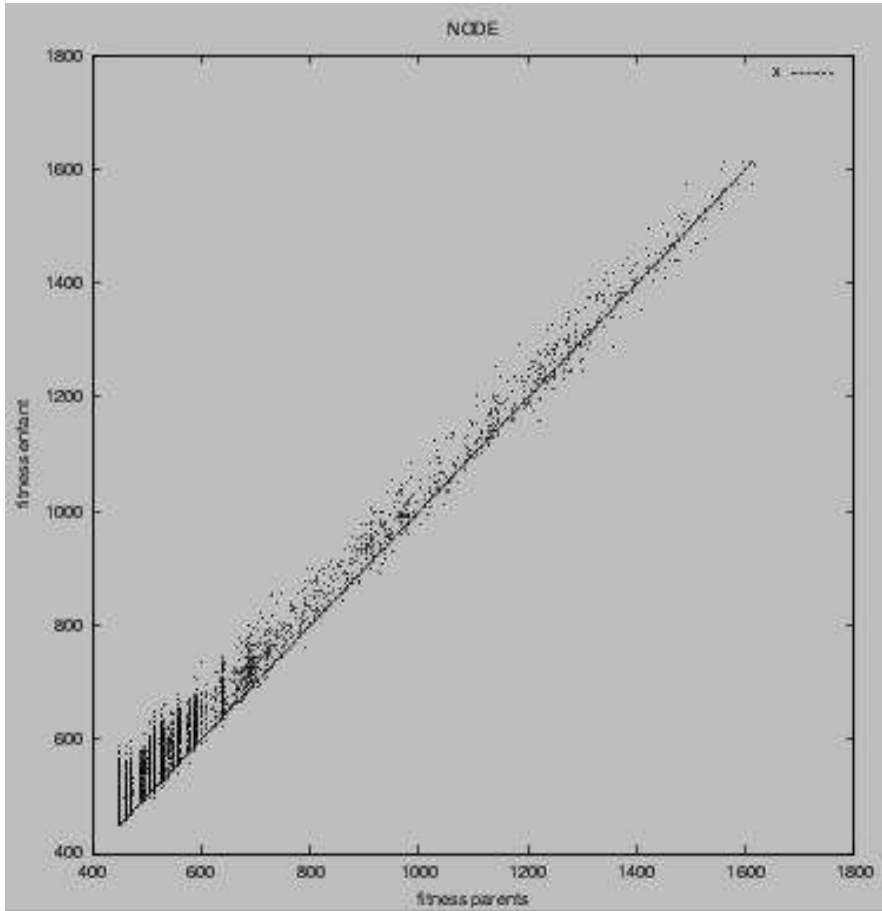
$$F_c = (1 - (K+1) / N) F_p + 0.5$$

Coefficient déjà établi par  
Weinberger 96

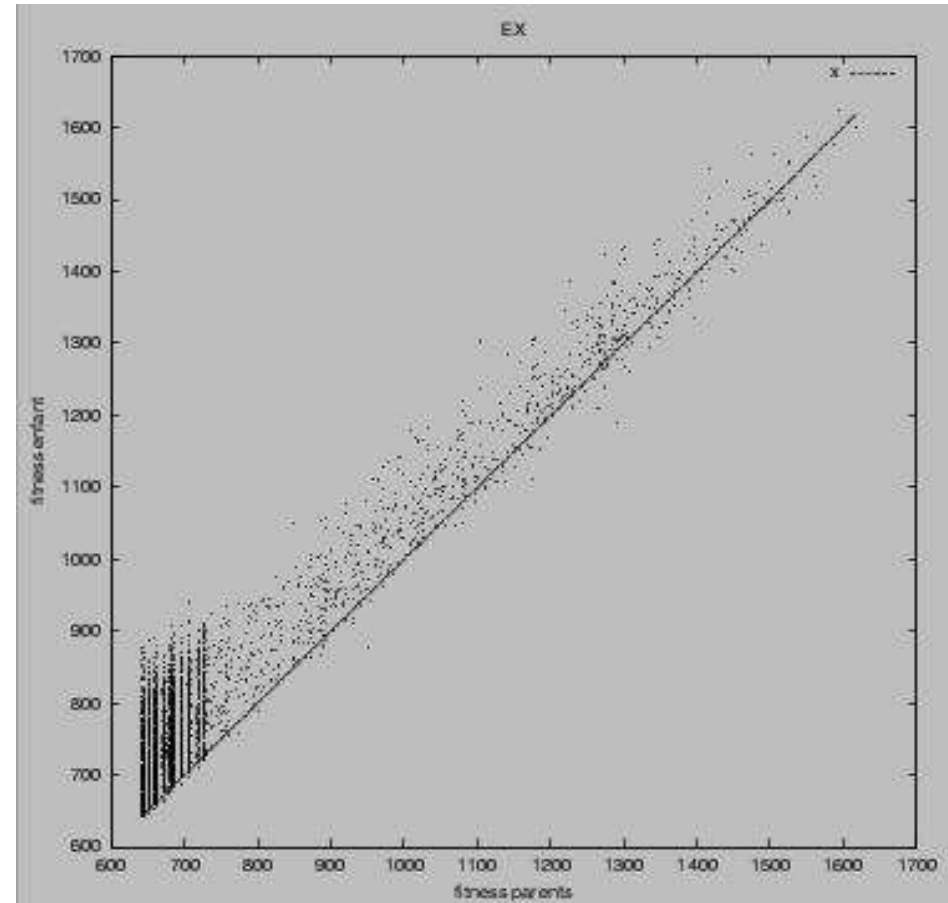
NK N=12 K=6

# Evaluation dynamique sur un problème de TSP

## Mutation arc



## Mutation noeud



# Bibliography

- [1] Lee Altenberg. The Schema Theorem and Price's Theorem. In L. Darrell Whitley and Michael D. Vose, editors, *Foundations of Genetic Algorithms 3*, pages 23–49, Estes Park, Colorado, USA, 31 July–2 August 1994–1995. Morgan Kaufmann.
- [2] David B. Fogel and Adam Ghazizadeh. Using fitness distributions to design more efficient evolutionary computations. In *International Conference on Evolutionary Computation*, pages 11–19, 1996.
- [3] John Grefenstette. Predictive models using fitness distributions of genetic operators. In L. D. Whitley and M. D. Vose, editors, *Foundations of Genetic Algorithms 3*, pages 139–161, San Mateo, CA, 1995. Morgan Kaufmann.
- [4] John Grefenstette. Virtual genetic algorithms: First results. Technical Report AIC-95-013, Washington, D.C., 1995.
- [5] Christian Igel and Martin Kreutz. Using fitness distributions to improve the evolution of learning structures. In Peter J. Angeline, Zbyszek Michalewicz, Marc Schoenauer, Xin Yao, and Ali Zalzala, editors, *Proceedings of the Congress on Evolutionary Computation*, volume 3, pages 1902–1909, Mayflower Hotel, Washington D.C., USA, 6–9 1999. IEEE Press.
- [6] T.M.C. Smith, P. Husbands, and M. O'Shea. Characterising fitness landscapes through evolvability. Technical Report Cognitive Science Research Paper 534, School of Cognitive and Computing Sciences, University of Sussex, 2001.
- [7] E. D. Weinberger. NP completeness of kauffman's NK model, a tuneable rugged fitness landscape. *Santa Fe Institute: Working Papers 96-02-003*, 1996.