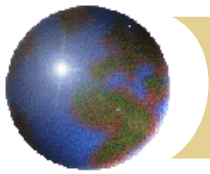


Université Badji Mokhtar Annaba  
Faculté de science de l'ingénierat  
Département de l'informatique  
Master 2 spécialité I.A.T.I

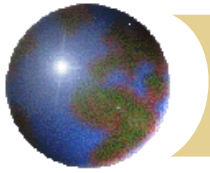
# *Algorithmes intelligents pour l'optimisation*

**Chargé de module :**  
**Dr Mohamed Amine YAKOUBI**

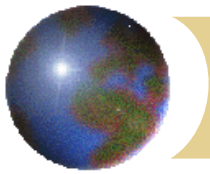


# *Objectifs*

- ❖ *Optimisation & métaheuristiques?*
- ❖ *Algorithmes Evolutionnaire (Algorithmes Genetiques) ?*

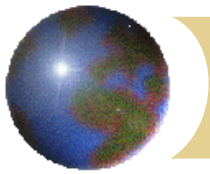


# *LES ALGORITHMES GENETIQUES*



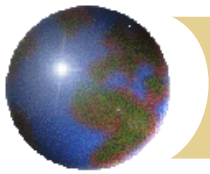
# ***METHODES BIO-INSPIREES***

- ✦ La plupart des méthodes bio-inspirées se basent presque sur les mêmes principes et ont les mêmes motivations. Elles nécessitent généralement la modélisation de l'espace des solutions dans lequel s'effectue la recherche de l'optimum, la définition d'une fonction objective qui doit être minimisée ou maximisée selon le problème à traiter et la détermination des règles de déplacement pour créer de nouvelles solutions.



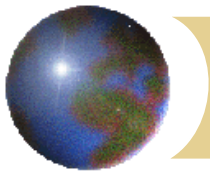
# *ALGORITHMES GENETIQUES*

- ✦ L'algorithme génétique (genetic algorithm) est une méthode stochastique fondée sur des mécanismes de la sélection naturelle et de la génétique. Il a été initialement développé par John Holland en 1975 et popularisé par Goldberg en 1989. Cette méthode s'inspire de l'évolution des êtres vivants, élaborée par Charles Darwin. Elle est transposée à la recherche de solutions adaptées à un problème donné. L'algorithme génétique fait partie des méthodes évolutionnaires permettant de résoudre, dans un temps raisonnable, des problèmes d'optimisation pour lesquels il n'existe pas de méthodes traditionnelles plus efficaces. C'est une technique robuste d'exploration d'espaces de recherche complexes et de taille importante. Elle fait évoluer une population de solutions candidates à un problème donné dans le but de trouver une solution optimale. Ainsi, elle nécessite seulement une fonction de codage et une fonction d'évaluation de la pertinence de chaque solution.



# *CODAGE DES SOLUTIONS*

- ✦ Les solutions potentielles sont représentées par une structure génétique sous forme de chaînes d'éléments, appelées chromosome ou individu.
- ✦ Le chromosome permet de représenter les paramètres du problème, c'est un vecteur de longueur  $l$  constitué d'un ensemble de gènes choisi dans un alphabet fini.
- ✦ Par conséquent, pour construire l'espace des solutions, il faut trouver un compromis entre la taille de l'alphabet et la complexité du codage.



# TYPES DE CODAGE DES SOLUTIONS

## ✦ CODAGE BINAIRE

✦ Dans le codage binaire, le chromosome est une simple concaténation de bits qui peuvent prendre les valeurs 0 ou 1 (Figure 4).

## ✦ CODAGE PAR REPRESENTATION ENTIERE OU REELLE

✦ Ce codage permet de représenter le chromosome par une série de valeurs entières ou réelles (Figure 5).

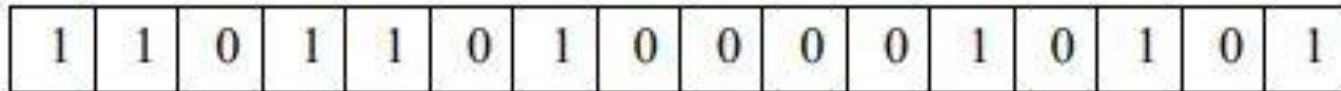


Figure 4

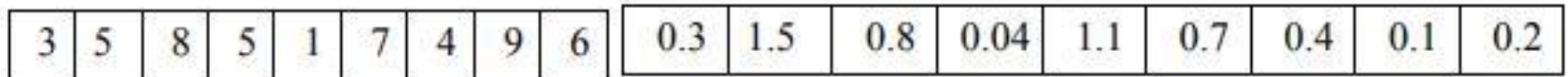
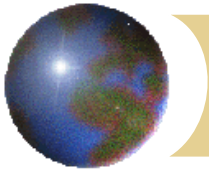


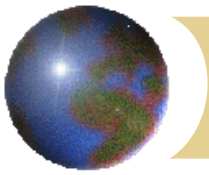
Figure 5



# *FONCTION D'ADAPTATION*

- ✦ L'algorithme génétique combine une stratégie de «survie des mieux adaptés» avec une transformation génétique de la population.
- ✦ Le mécanisme de « survie des plus forts » est concrétisé avec une fonction d'adaptation appelée aussi fitness.
- ✦ Elle représente une mesure d'utilité ou de qualité qui doit être maximisée ou minimisée.
- ✦ Elle mesure la qualité de la solution vis-à-vis du problème à résoudre.
- ✦ Ce qui influence la convergence de l'algorithme vers des solutions optimales.



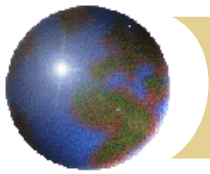


# *OPERATEURS GENETIQUES*

- ✦ À partir d'une population initiale construite généralement de façon aléatoire, de nouvelles populations sont générées itérativement en utilisant les opérateurs génétiques de sélection, croisement et mutation dans le but d'obtenir, au bout d'un temps raisonnable, une solution optimale.

## *SELECTION*

- ✦ Elle permet de filtrer la population de manière à ne conserver que les individus les mieux adaptés.
- ✦ Elle sélectionne les meilleurs chromosomes pour qu'ils se reproduisent et écarte les plus faibles dans le but d'obtenir une population de solutions qui converge vers l'optimum global.



# *OPERATEURS GENETIQUES*

## *SELECTION*

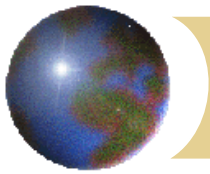
- On trouve essentiellement quatre types de méthodes de sélection:

Sélection par roulette ou proportionnelle

Sélection par rang

Sélection par Tournois

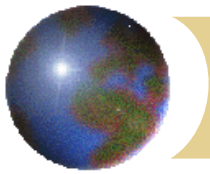
La méthode d'élitisme



# *OPERATEURS GENETIQUES*

## *CROISEMENT*

- ✦ Il s'agit d'un processus essentiel pour explorer l'espace des solutions possibles.
- ✦ Cet opérateur repose sur l'idée que deux parents performants peuvent produire deux enfants performants eux-mêmes.
- ✦ De ce fait, une fois que deux individus sont sélectionnés, ils échangent une ou plusieurs parties de leurs vecteurs pour former deux nouveaux individus.
- ✦ Le croisement est appliqué avec une certaine probabilité.



# *OPERATEURS GENETIQUES*

## *CROISEMENT*

- ✦ Il existe différentes méthodes pour croiser deux chromosomes :

Croisement à un point

Croisement CX (Cycle Crossover)

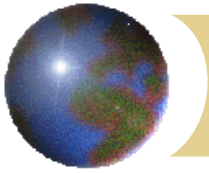
Croisement à n points

Croisement OX (Order Crossover)

Croisement avec masque

Croisement avec trois parents

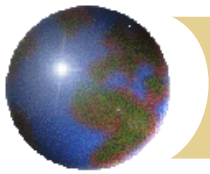
Croisement PMX (Partially Mapped Crossover)



# *OPERATEURS GENETIQUES*

## *MUTATION*

- ✦ il sera nécessaire d'apporter de l'innovation dans la population en modifiant aléatoirement un ou plusieurs gènes de la chaîne codant l'individu.
- ✦ Le rôle de la mutation est secondaire par rapport au croisement.
- ✦ Elle est généralement appliquée avec une faible probabilité pour ne pas risquer de changer complètement la population des solutions.



# *OPERATEURS GENETIQUES*

## *MUTATION*

- ✦ Les types de mutation les plus utilisés sont :

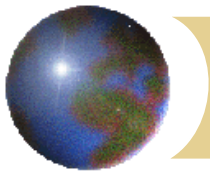
L'insertion

L'échange (1-Opt ou Swap mutation)

L'inversion

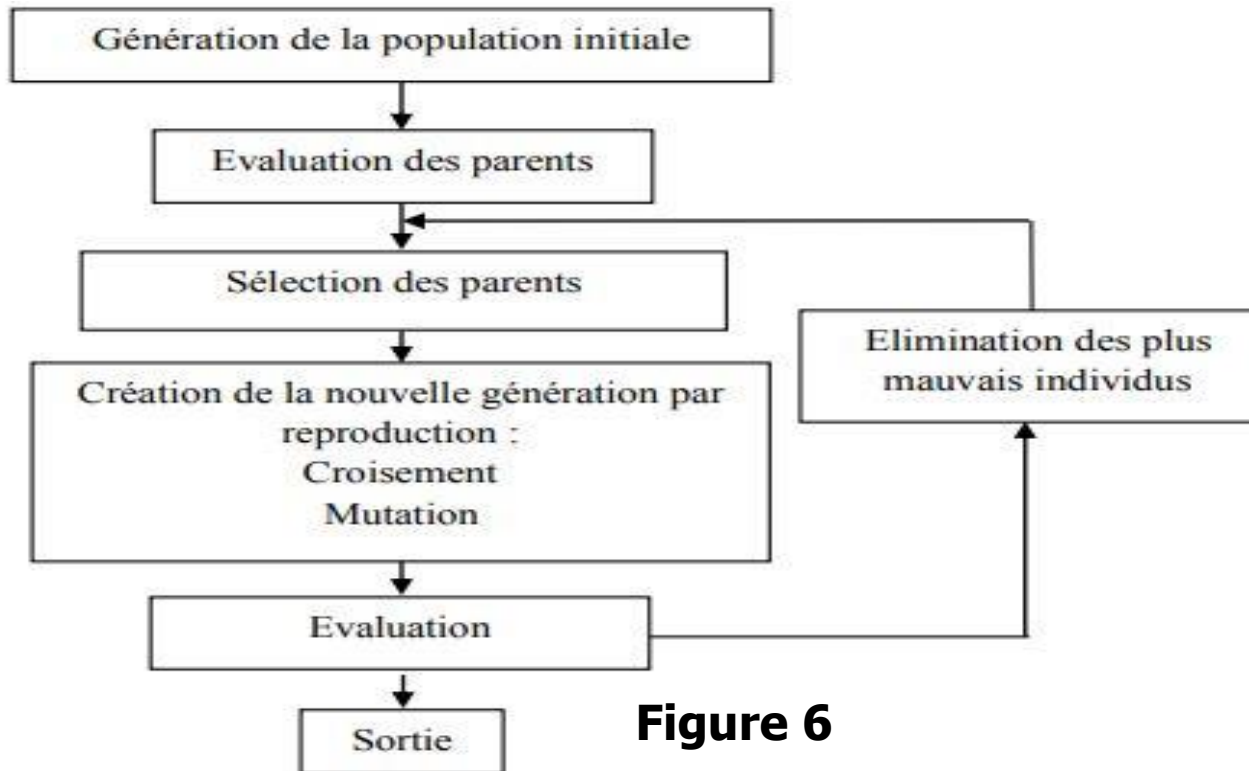
Le mélange (Scramble Mutation)

L'opérateur Or-Opt



# *FONCTIONNEMENT DE L'ALGORITHME GENETIQUE STANDARD*

- Le fonctionnement de l'algorithme génétique se base sur les phases représentées par la Figure 6:



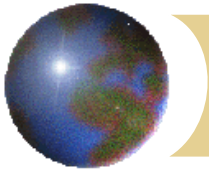
**Figure 6**



# *FONCTIONNEMENT DE L'ALGORITHME GENETIQUE STANDARD*

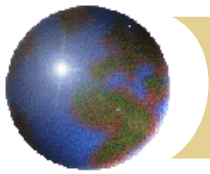
- ✦ **Initialisation** : le choix de la population initiale conditionne fortement la rapidité de l'algorithme.
- ✦ **L'évaluation de la qualité** d'une solution permet d'illustrer avec une valeur numérique la qualité des éléments constituant le chromosome.
- ✦ **La sélection** consiste à choisir, à partir de la population courante, les individus qui sont autorisés à se reproduire en fonction d'une valeur d'adaptation.
- ✦ **La reproduction** s'effectue en appliquant sur deux individus choisis, un opérateur de **croisement** avec la probabilité de croisement et un opérateur de **mutation** avec la probabilité de mutation. La reproduction crée de nouveaux individus pour les mettre dans la nouvelle génération.
- ✦ **Retour** : après l'application des opérateurs génétiques, une **nouvelle** population est obtenue sur laquelle les étapes précédentes sont appliquées. Ce processus se répète tant que l'une des conditions d'arrêt ne soit pas vérifiée. Généralement, un algorithme génétique se termine après un certain nombre de générations, lorsque la population n'évolue plus ou si la qualité d'un individu dépasse un certain seuil.





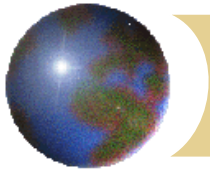
# *CONCLUSION*

- ✦ Les algorithmes génétiques s'inspirent de la théorie de la sélection naturelle. Par analogie avec le monde biologique, cette méthode fait évoluer un échantillon d'individus à l'aide de trois opérateurs principaux : sélection, croisement et mutation.
- ✦ Pour atteindre des performances optimales, il est indispensable d'adapter les paramètres de l'algorithme et d'introduire des méthodes spécifiques au problème traité.



# ***BIBLIOGRAPHIE***

- ❖ Sidi Mohamed Douiri, Souad Elbernoussi, Halima Lakhbab, support de cours, "Méthodes de Résolution Exactes, Heuristiques et Métaheuristiques, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.
- ❖ LEMOUARI ALI, Support de Cours, "Introduction aux Métaheuristiques Introduction aux Métaheuristiques", université de Jijel, Jijel, Algérie
- ❖ Devarenne I., "Etudes en recherche locale adaptative pour l'optimisation combinatoire", Thèse de doctorat, Université de Technologie de Belfort Montbéliard, France, 2007.
- ❖ Pr MOHAMED BEN ALI. Support de Cours, « Méthodes d'apprentissage basées métaheuristiques» , université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie



## *EXEMPLES D'APPLICATION*

*Consulter les séries de TP*