

# COMMENT DEVENIR RICHE RAPIDEMENT?

---

Edward Laurence & Guillaume St-Onge

11 avril 2016

Département de physique, de génie physique, et d'optique  
Université Laval, Québec, Canada



UNIVERSITÉ  
LAVAL



*Il était une fois ...*

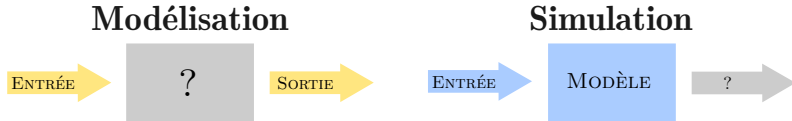
*Il était une fois ...*

## Modélisation



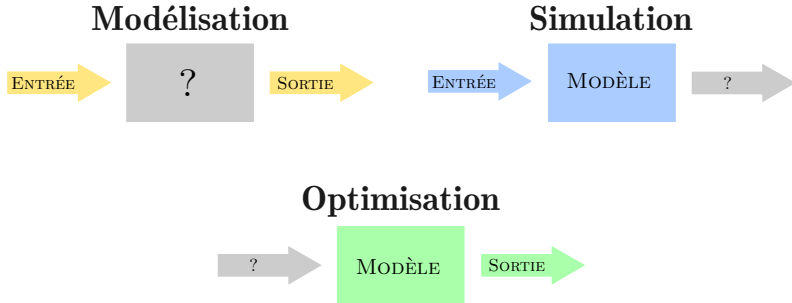
# Différents stades de l'expansion d'un porte-feuille

*Il était une fois ...*



# Différents stades de l'expansion d'un portefeuille

*Il était une fois ...*



## **Fonction objective**

Application assignant une valeur reflétant la *qualité* d'une solution.

## **Contrainte**

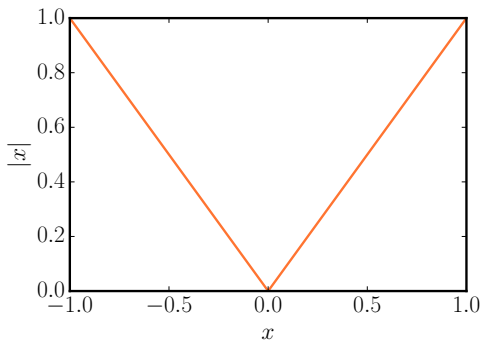
Évaluation binaire de la satisfaction d'un aspect requis.

## Fonction objective

Application assignant une valeur reflétant la *qualité* d'une solution.

## Contrainte

Évaluation binaire de la satisfaction d'un aspect requis.



## Concepts



## Concepts

### Présentation de trois méthodes

Algorithme tabou

Algorithme des lucioles

Algorithme évolutionniste

## **Concepts**

### **Présentation de trois méthodes**

Algorithme tabou

Algorithme des lucioles

Algorithme évolutionniste

### **Problème du vendeur**

Description

Comparaison des méthodes

## **Heuristique**

Spécialisé à un problème et ne garantit pas la solution obtenue.

## **Métaheuristique**

Algorithme général qu'on doit adapter au problème considéré.

## RECHERCHE TABOU

---

## Recherche Tabou

*Type* : Métaheuristique

*Stochastique* : Non

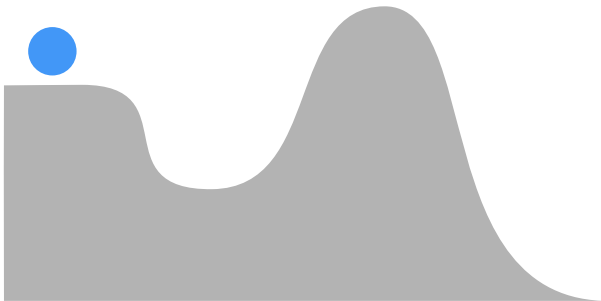
*Caractéristique* : Recherche local

---

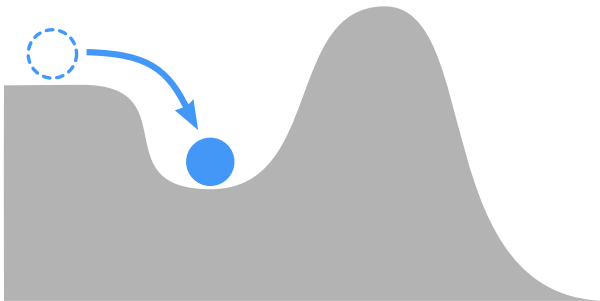
## Principes

1. On recherche le mouvement qui minimise notre fonction.
2. On ne revient pas sur nos pas (d'où *tabou*).

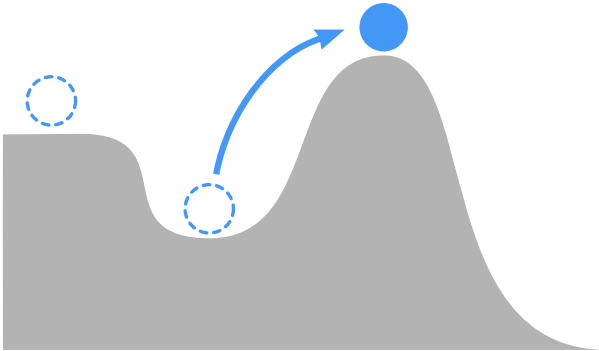
*On veut aller au bas de la montagne.*



*On veut aller au bas de la montagne.*

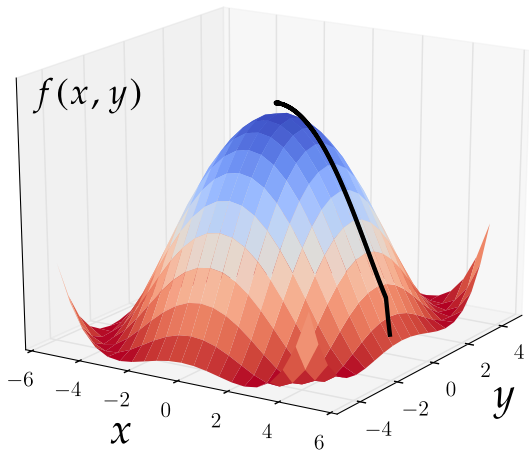


*On veut aller au bas de la montagne.*

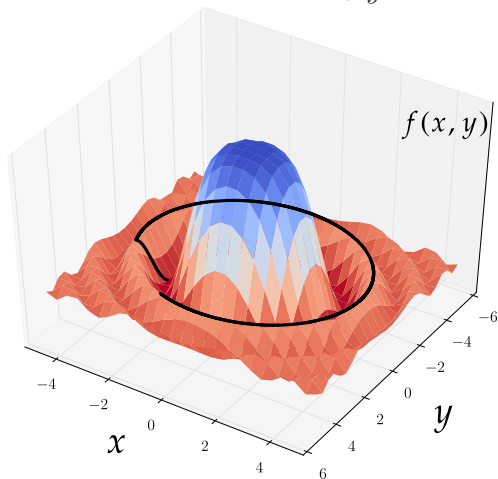




Pour  $f(x, y) = \sin(x^2 + y^2)$



Pour  $f(x, y) = \frac{\sin(x^2 + y^2)}{x^2 + y^2}$



## ALGORITHME DES LUCIOLES

---

## Recherche par lucioles

*Type* : Métaheuristique

*Stochastique* : Oui

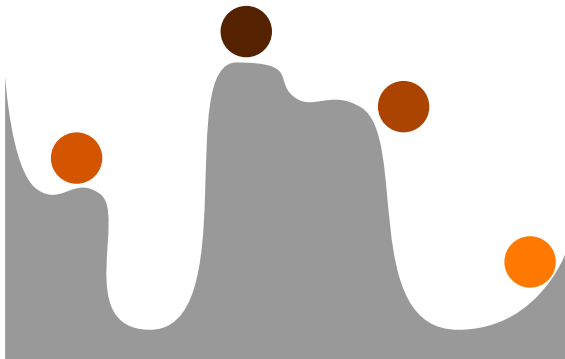
*Caractéristique* : Recherche globale

---

## Principes

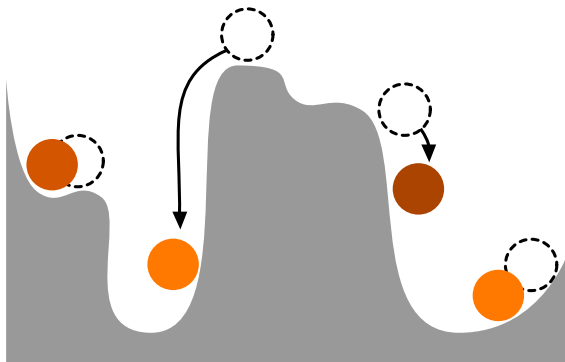
1. Chaque luciole a une luminosité  $I$  et une position.
2. Les lucioles sont attirées par les lucioles plus lumineuses.
3. L'attirance décroît lorsque la distance augmente.

*On veut aller au bas de la montagne.*



## Exemple - Algorithme des lucioles

*On veut aller au bas de la montagne.*



*On veut aller au bas de la montagne.*



$N$  lucioles à des positions  $\mathbf{x}_i$

On optimise la fonction  $f(\mathbf{x})$

$$I_i \propto f(\mathbf{x}_i)$$

---

Si  $I_j > I_i$

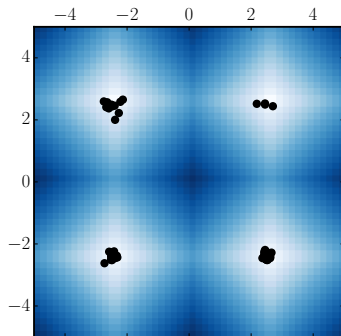
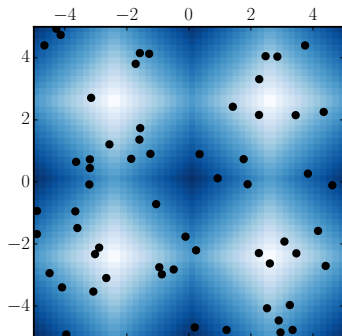
$$\mathbf{x}_i \rightarrow \mathbf{x}_i + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2} (\mathbf{x}_j - \mathbf{x}_i) + \alpha \epsilon_i$$

$\beta_0 = 0$  : Marche aléatoire

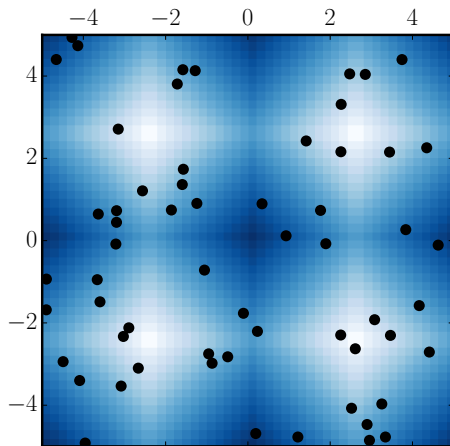
( $\gamma = 0$  : Optimisation par essais particuliers)



*Trouver un minimum en 2D*



## Exemple - Algorithme des lucioles



## Algorithmes évolutionnistes (AE)

Type : Métaheuristique

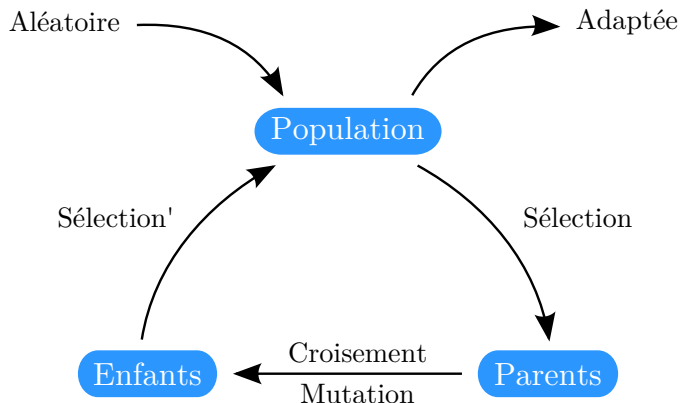
Stochastique : Oui

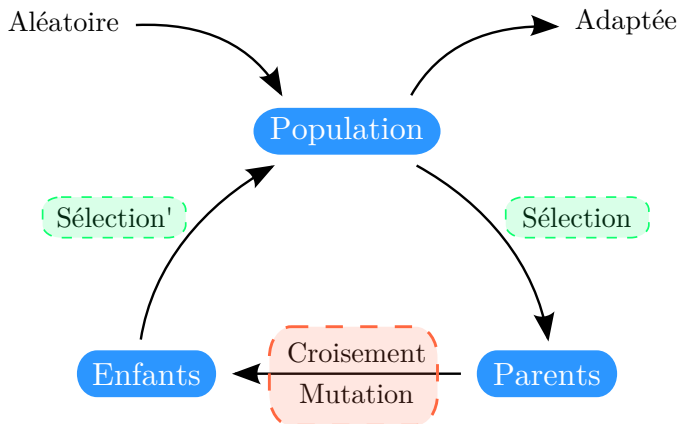
Caractéristique : Évolution d'une population de solutions

---

## Principes

1. Chaque solution possède un niveau *d'adaptation*
2. Opérateurs de *variation* pour générer de nouvelles solutions
3. Opérateurs de *sélection* pour améliorer l'adaptation des solutions





## Knapsack problem

Un revendeur de chocolat doit distribuer sa précieuse cargaison et récolter ses gains. Malheureusement, il n'a le temps de faire qu'une seule tournée avant que son fournisseur n'arrive et son sac à dos peut transporter au plus une masse  $M$ .

*Quel est le sous-ensemble d'objets lui permettant de garder ses deux jambes ?*

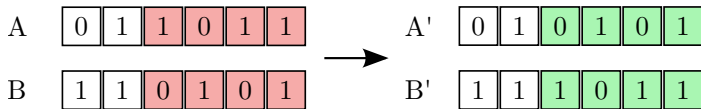


20\$ - 5kg

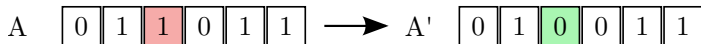
5\$ - 2kg

45\$ - 12kg

- **Représentation du génome** : Chaîne de bits
- **Niveau d'adaptation** : Prix total des objets sélectionnés
- **Sélection des parents** : Tournoi
- **Croisement des parents** :

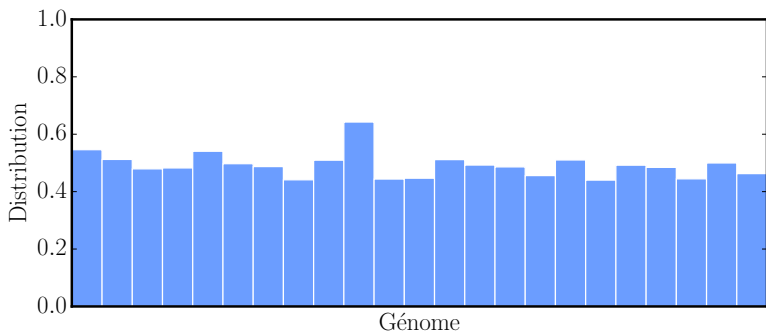


- **Mutation** :



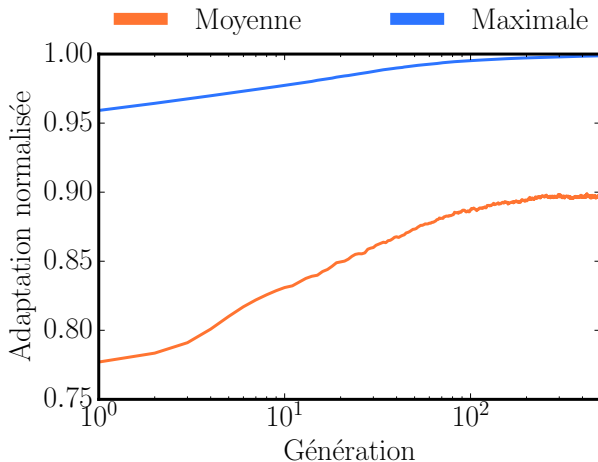
- **Élitisme** : Oui !

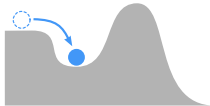
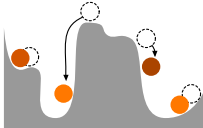
## Problème du sac à dos - Distribution du génome





## Niveau d'adaptation des populations



Tabou	Lucioles	Génétique												
Local	Global	Global												
Déterministe -	Stochastique $\beta_0, \gamma, \alpha$	Stochastique Modulaire												
		<div><p>A</p><table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr></table><p>↓</p><p>A'</p><table><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr></table></div>	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1									
0	1	0	0	1	1									

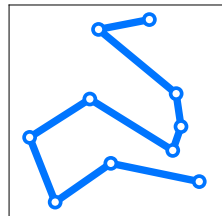
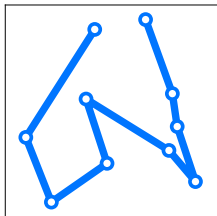
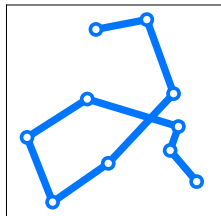
## PROBLÈME DU VENDEUR

---

## Travelling salesman problem

Un vendeur veut visiter  $N$  habitations et marcher le moins possible.

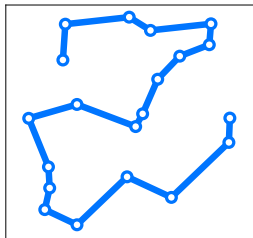
*Dans quel ordre doit-il visiter les  $N$  maisons ?*



Meilleurs parcours pour  $N = 20$ .

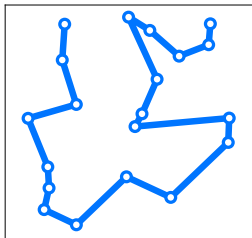
## Tabou

35.766



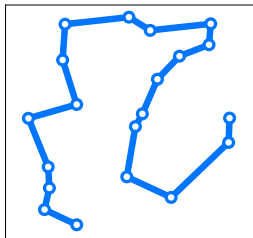
## Lucioles

40.171

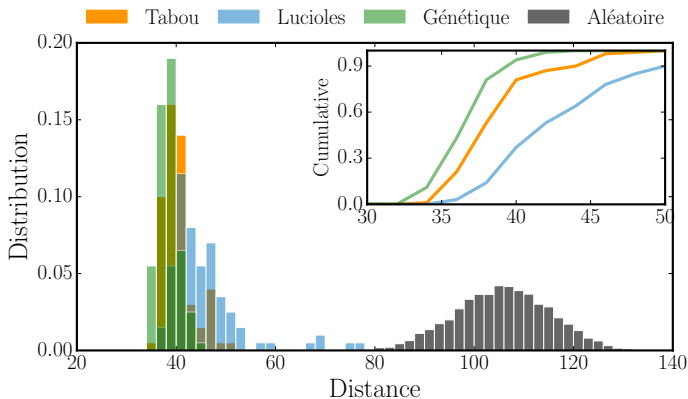


## Génétique

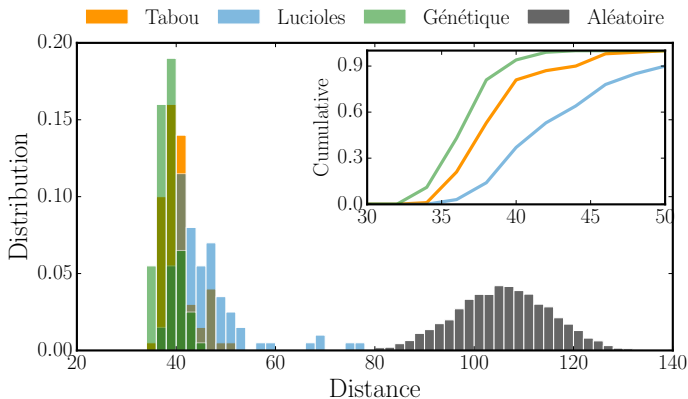
32.45



## Distribution de la qualité des solutions

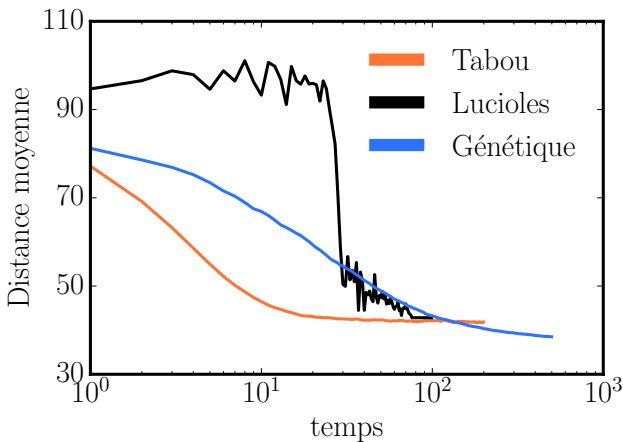


## Distribution de la qualité des solutions



Probabilité d'avoir aléatoirement ces solutions :  $\sim 10^{-13}$

## Distance moyenne en fonction du temps algorithmique





## Évaluation sommaire des méthodes

	Tabou	Lucioles	Génétique
<i>Qualité</i>	9/10	7/10	10/10
<i>Vitesse de convergence</i>	10/10	6/10	8/10
<i>Implémentation</i>	10/10	6/10	9/10
	29/30	19/30	27/30