

COMMENT DEVENIR RICHE RAPIDEMENT?

Edward Laurence & Guillaume St-Onge

28 avril 2016

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



UNIVERSITÉ
LAVAL



Il était une fois ...

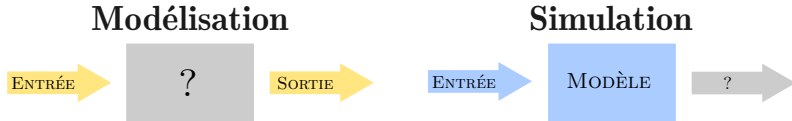
Il était une fois ...

Modélisation



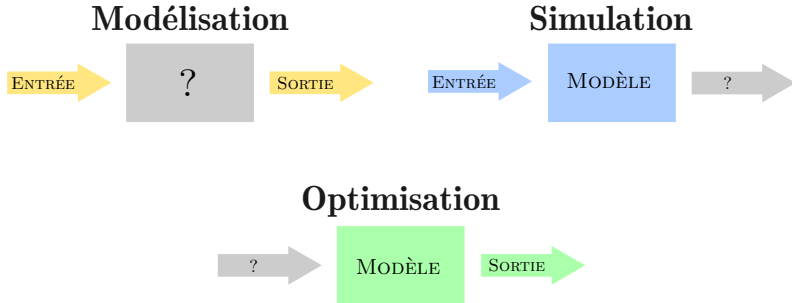
Différents stades de l'expansion d'un porte-feuille

Il était une fois ...



Différents stades de l'expansion d'un portefeuille

Il était une fois ...



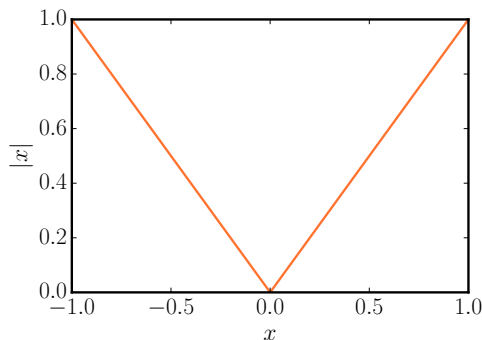
Fonction objective : Fonction de qualité d'une solution

Contrainte : Conditions à respecter

Fonction objective : Fonction de qualité d'une solution

Contrainte : Conditions à respecter

Exemple



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

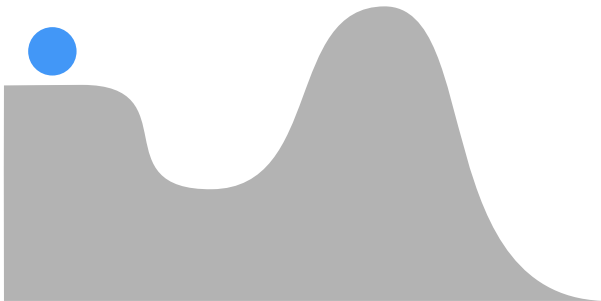
Stochastique : Non

Caractéristique : Recherche locale

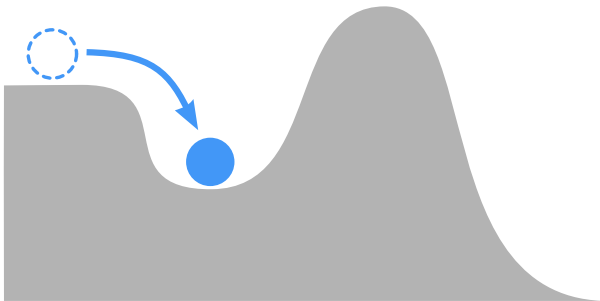
Principes

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

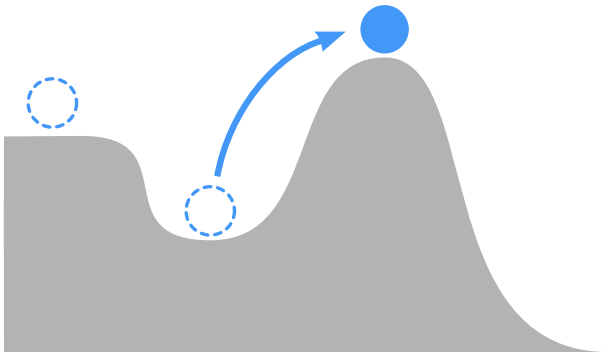
On veut aller au bas de la montagne.



On veut aller au bas de la montagne.

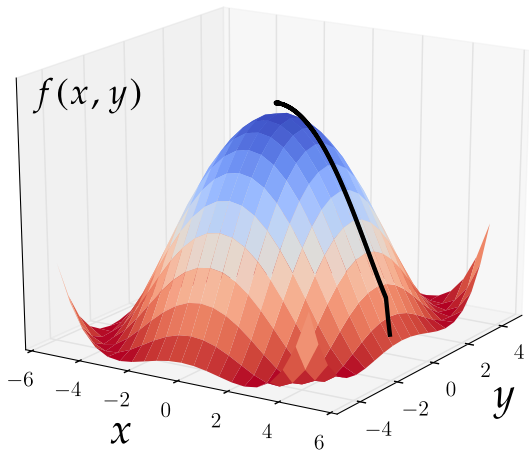


On veut aller au bas de la montagne.

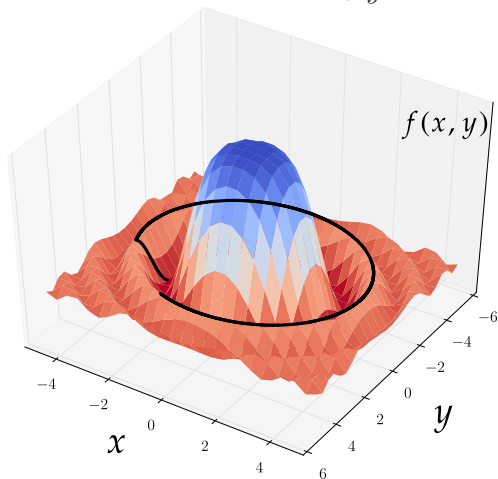


Exemple - Recherche tabou

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

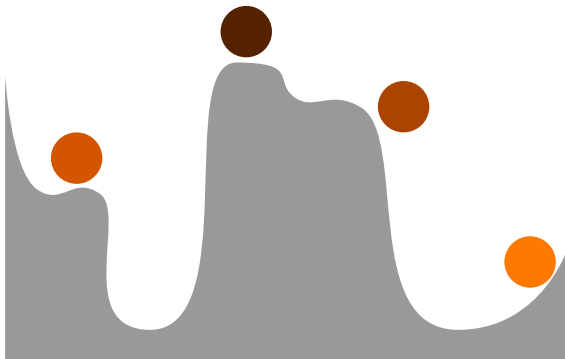
Stochastique : Oui

Caractéristique : Recherche globale

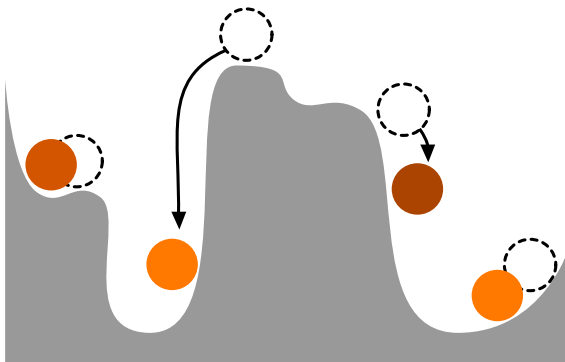
Principes

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.

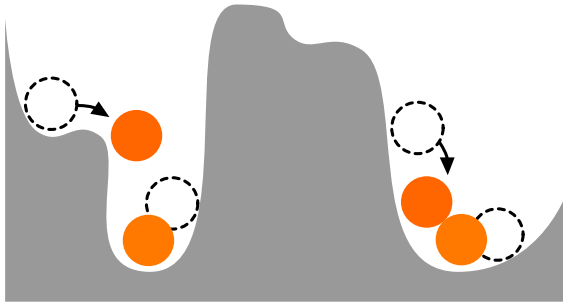
On veut aller au bas de la montagne.



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 $f(\mathbf{x})$

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

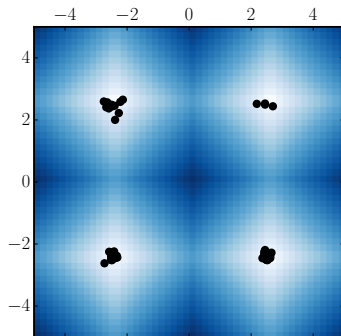
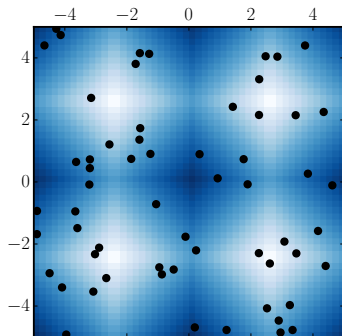
Si $I_j > I_i$

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

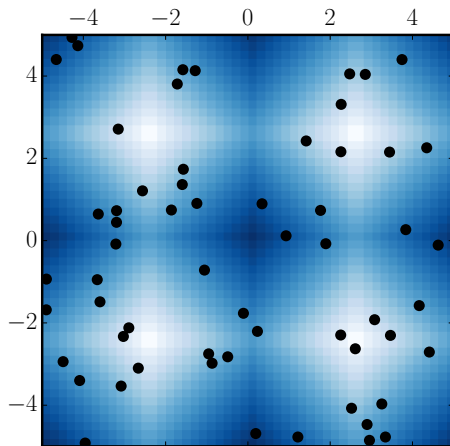
$\beta_0 = 0$: Marche aléatoire

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

Trouver un minimum en 2D



Exemple - Algorithme des lucioles



Algorithmes évolutionnistes (AE)

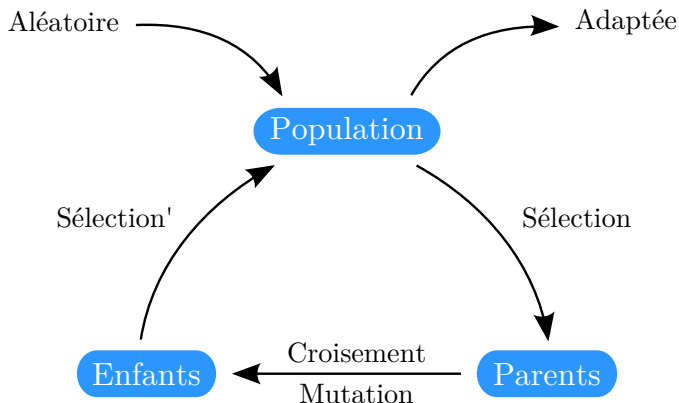
Type : Métaheuristique

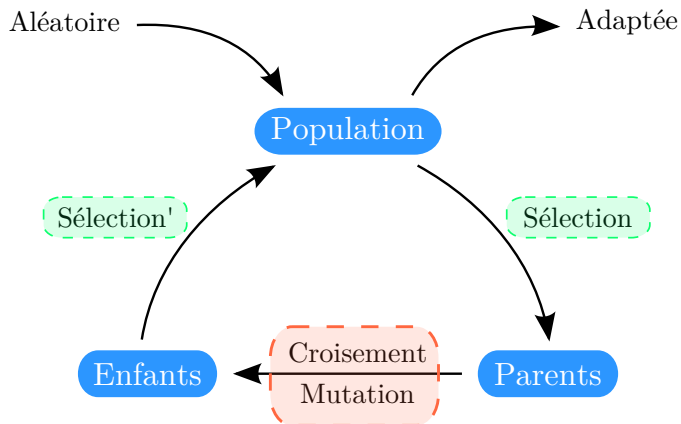
Stochastique : Oui

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 ?

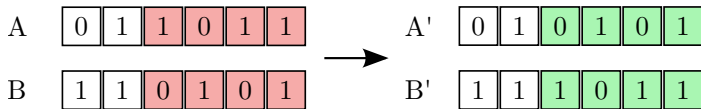


20\$ - 5kg

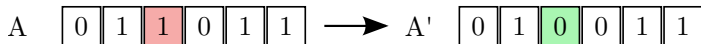
5\$ - 2kg

45\$ - 12kg

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

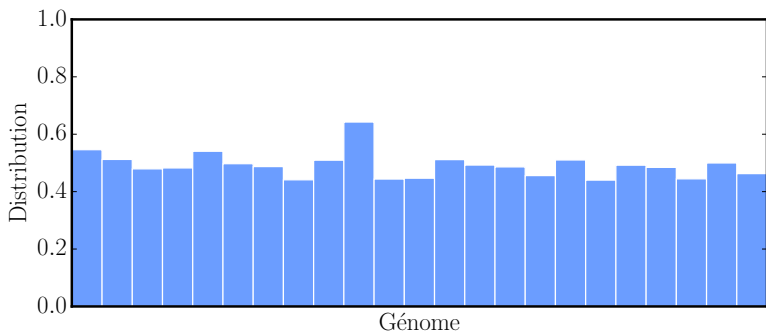


- **Mutation** :

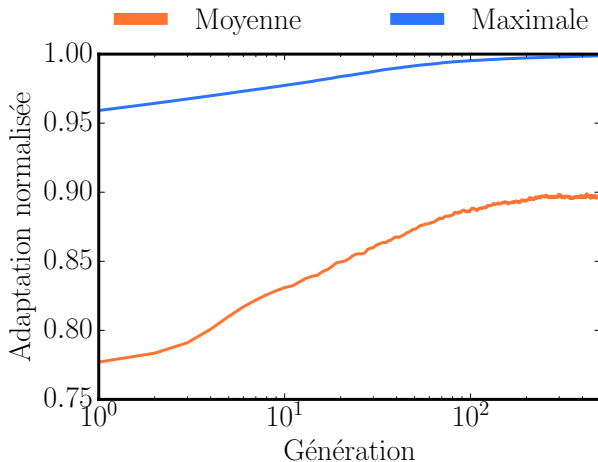


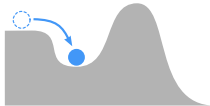
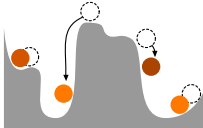
- **Élitisme** : Oui !

Problème du sac à dos - Distribution du génome



Niveau d'adaptation des populations



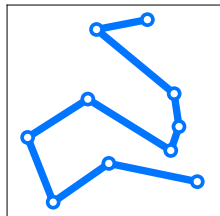
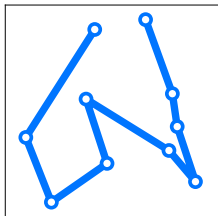
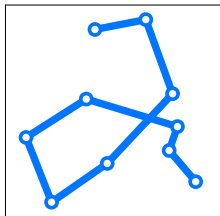
Tabou	Lucioles	Génétique												
Local	Global	Global												
Déterministe -	Stochastique β_0, γ, α	Stochastique Modulaire												
		<div><p>A</p><table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr></table><p>↓</p><p>A'</p><table><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</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

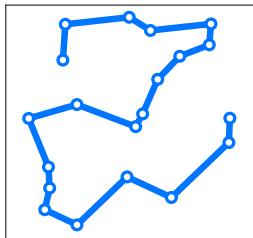
Travelling salesman problem

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

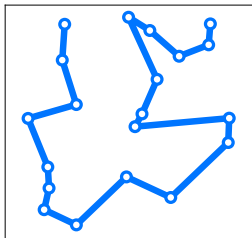
Dans quel ordre doit-il visiter les N maisons ?



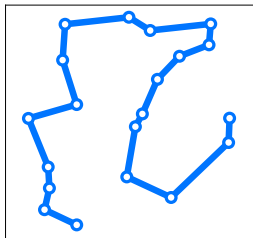
35.766



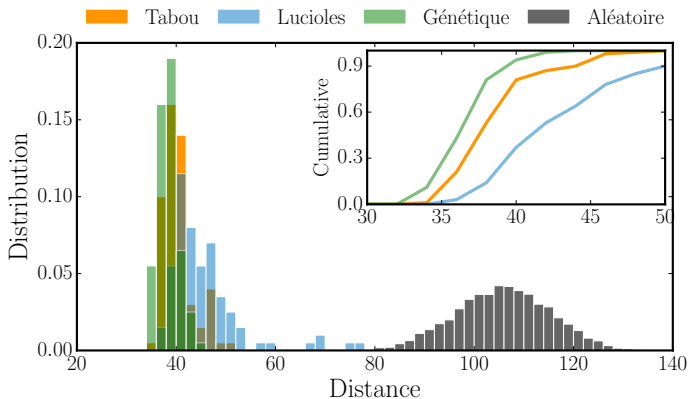
40.171



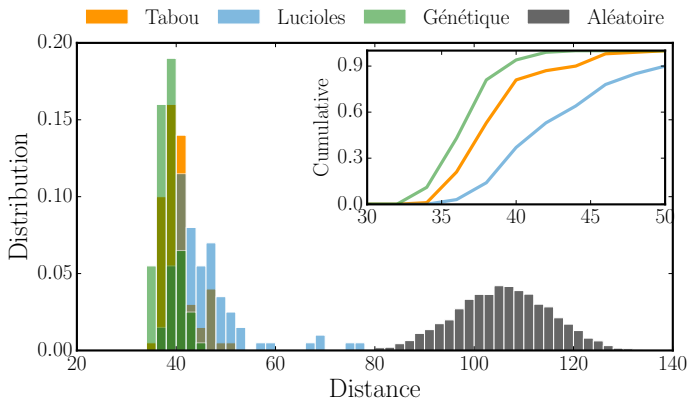
32.45



Distribution de la qualité des solutions

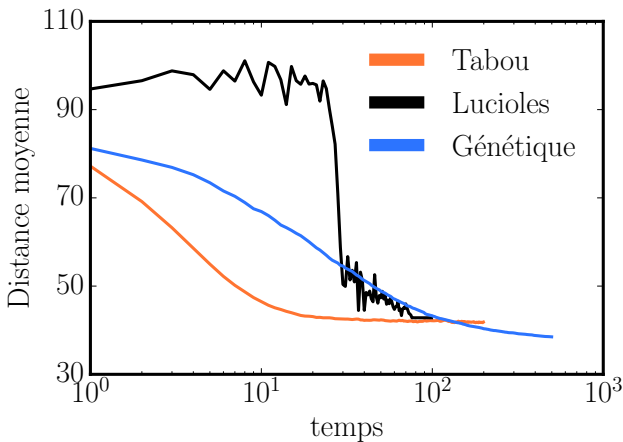


Distribution de la qualité des solutions



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>	A	B-	A+
<i>Vitesse de convergence</i>	A+	B	A
<i>Temps de calcul</i>	A+	B	C
<i>Implémentation</i>	A+	B-	A-
<i>Commentaires</i>	Wow	Boff	Passable

- *Trois méthodes* : Tabou, Lucioles, Génétique.
- Chaque méthode a ses forces et faiblesses.
- Solution à des problèmes complexes.

- *Trois méthodes* : Tabou, Lucioles, Génétique.
 - Chaque méthode a ses forces et faiblesses.
 - Solution à des problèmes complexes.
-

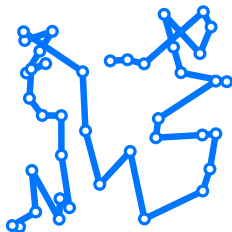
Et si les humains étaient encore meilleurs ?

HUMAIN VS MACHINE

Pour $N = 30$, les trois meilleurs solutions humaines sont

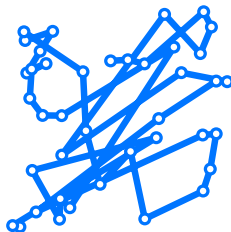
**Edward
Laurence**

21.85



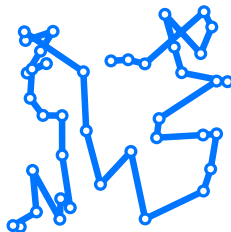
**Jacques
Rousseau**

23.85

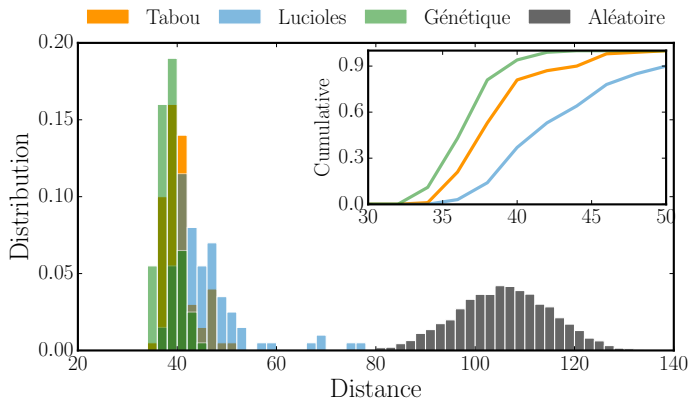


Yves

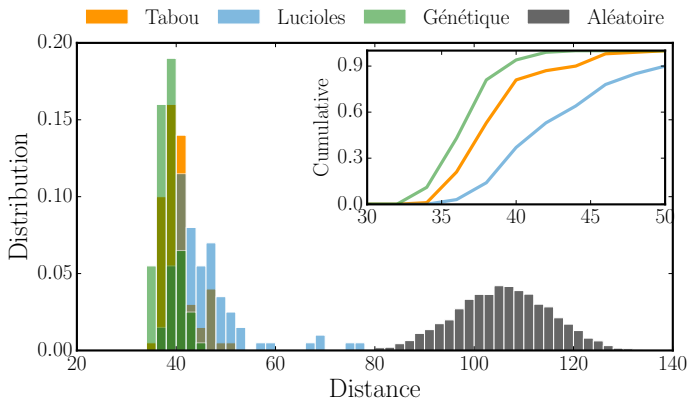
21.85



Distribution de la qualité des solutions



Distribution de la qualité des solutions



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