

Optimisation Stochastique

Zoé Krug

ISAE SUPAERO, SD

July 16, 2026

Qu'est ce que l'optimisation stochastique?

Cas où les algorithmes exacts ne peuvent pas résoudre le problème dans un temps raisonnable

Par exemple:

- des problèmes d'optimisation combinatoire difficiles
- des problèmes non linéaires avec des fonctions très coûteuses à évaluer

On peut trouver des algorithmes approchés qui offrent des solutions satisfaisantes dans des temps plus raisonnables.

Qu'est ce que l'optimisation stochastique?

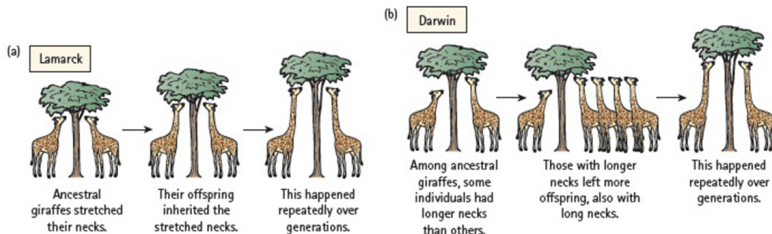
Plusieurs méthodes existent pour créer des algorithmes approchés. Dans ce cours nous nous intéressons aux algorithmes stochastiques: qui utilisent des variables aléatoires pour optimiser une fonction objectif.

Particularités:

- la fonction objectif peut être de tout type: linéaire, non-linéaire, convexe, concave, non-différentiable...
- ce n'est pas le problème qui est stochastique (stochastic programming)
- aussi appelée: métaheuristiques, optimisation en boîte noire, recherche stochastique
- Exemples: recuit simulé, stratégies évolutionnaires, algorithmes génétiques

Comment ça marche?

Méthodes basées sur l'évolution génétique:



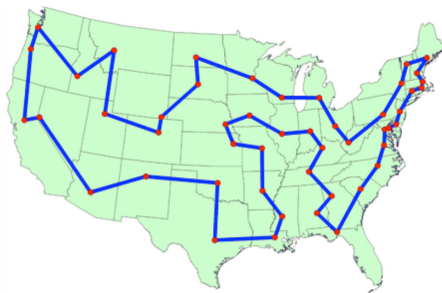
Qu'est ce qui est vrai? Quel avantage peut-on tirer des deux stratégies?

Comment ça marche?

- Fonctionne en testant plein de solution, jusqu'à en trouver une satisfaisante. Critères d'arrêt:
 - Une valeur satisfaisante de la fonction objectif
 - Un temps de calcul max
 - Un nombre d'itérations sans amélioration significatives
- Ne nécessite pas de connaissances sur le domaine de définition ou sur les caractéristiques du problème
- Basé sur des processus aléatoire
 - l'aléa peut permettre une résistance aux erreurs de modélisation
 - l'aléa peut permettre de s'échapper d'optimum locaux

Exemples d'application

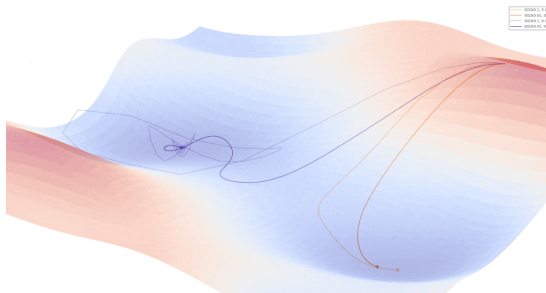
Le voyageur de commerce



Soit une liste de villes et les distances entre chaque ville, quel est le chemin le plus court qui passe une seul fois par chaque ville avant de retourner au point d'origine?

- Un individu est représenté par une liste de ville dans l'ordre de passage
- La fonction objectif est la distance totale parcourue

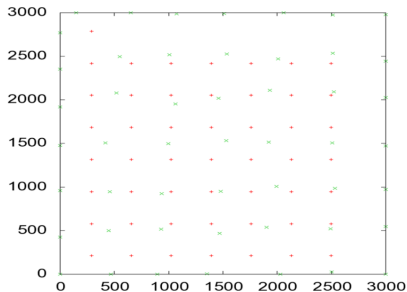
Optimisation continue



- Un individu est représenté par des coordonnées dans un espace à N dimensions
- La fonction objectif dépend du problème

Exemples d'application

Disposition d'un parc éolien



- Un individu est représenté par la position de l'ensemble d'éoliennes
- La fonction objectif représente l'énergie attendue



"Cette antenne issue de l'évolution artificielle est le premier objet évolué artificiellement à voler dans l'espace"

[Wikipédia: Evolved Antenna](#)

Avantages et Inconvénients

Avantages:

- Créatif
- Facile à implémenter et à paralléliser
- Flexibilité dans la représentation des problèmes et dans le choix des fonctions objectif
- De nombreux algorithmes connus et performants
- Facile à comprendre

Inconvénients:

- Coût de calcul
- Pas de garantie d'optimalité
- Recherche non entièrement guidée par la fonction objectif

- CMA-ES
 - Covariance Matrix Adaptation Evolutionary Strategy
 - Optimisation continue
- NSGA-II
 - Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II
 - Optimisation multi-objectifs
- NEAT
 - Neuroevolution of Augmenting Topologies
 - Évolution de réseaux de neurones
- MAP-Elites
 - Éclairer les espaces de recherche par la cartographie d'élites
 - Évolution du comportement

- Introduction aux algorithmes génétiques: un exemple d'optimisation discrète
- Introduction aux stratégies évolutionnaires: un exemple d'optimisation continue