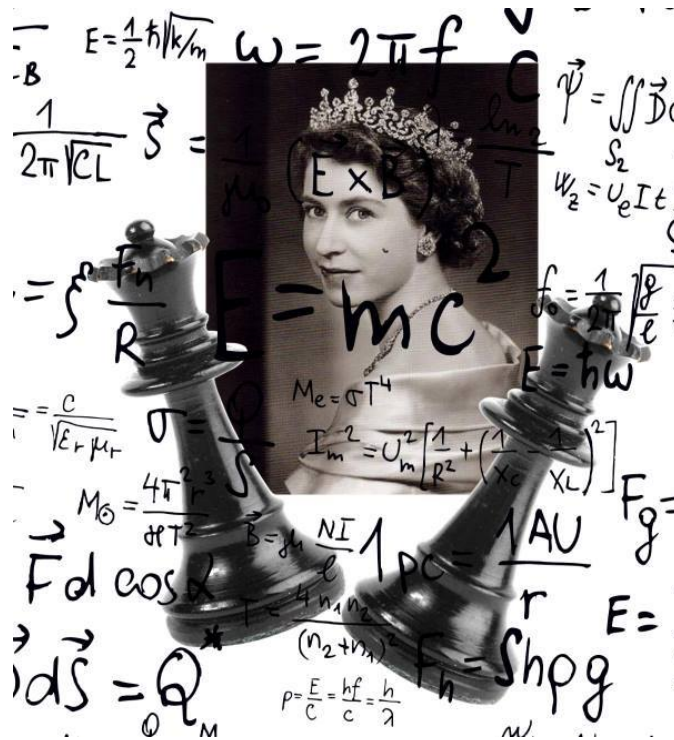


# Projet de Programmation par Contraintes : Élisabeth

T.Béziers La Fosse, D.Bordet, J. Clayton, A. Giraudet, B. Moreau

1<sup>er</sup> mars 2016



## Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
1.1	Problématique et but du projet . . . . .	3
1.2	Problème des N-Queens . . . . .	3
1.2.1	Contraintes . . . . .	4
1.3	Composition de notre groupe . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Partie 1 : Complete Search</b>	<b>5</b>
2.1	Définition . . . . .	5
2.2	. . . . .	5
<b>3</b>	<b>Partie 2 : Local Search</b>	<b>5</b>
3.1	Définition . . . . .	5
3.2	. . . . .	6
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>6</b>

# 1 Introduction

## 1.1 Problématique et but du projet

Dans le cadre du module de Programmation par Contraintes en Master 1 ALMA, nous avons eu pour objectif d'implémenter un solveur capable de résoudre le problème des *N-Queens*.

Ce projet est étendu sur trois séances, durant lesquelles nous avons dû concevoir ce solveur, capable d'effectuer une recherche complète des solutions, mais aussi une recherche locale, et enfin comparer les résultats d'exécutions sur des problèmes de taille variable.

Pour implémenter notre solveur, nous avons pris la décision d'utiliser le langage de Programmation Python3. Nous avons hésité avec *C++*, mais avons finalement choisi ce premier. Même si ses performances sont légèrement moins bonnes qu'avec *C++*, nous apprécions sa simplicité d'utilisation. De plus aucun autre module de notre Master ne nous a donné l'occasion de nous en servir, si bien que nous avons vu ici une opportunité pour nous réhabituer à ce langage particulièrement au goût du jour.

Dans ce rapport nous verrons en première partie le problème des *N-Queens* avec plus de précision. Ensuite nous parlerons de la recherche complète que nous avons implémenté, puis la recherche locale. Enfin nous comparerons nous résultats d'exécution.

## 1.2 Problème des N-Queens

Le problème des *N-Queens* est un problème très célèbre dans le monde des mathématiques. Ce problème posé pour la première fois en 1850 par Franz Nauck consiste à trouver poser  $n$  reines sur un échiquier faisant  $n$  cases de côté sans qu'elles puissent s'attaquer. Ainsi elles ne doivent pas :

- Etre sur la même ligne
- Etre sur la même colonne
- Etre sur la même diagonale

Ce problème pose quelques problèmes, car il n'existe pas d'algorithme polynomial en complexité.

En testant toutes les possibilités de placement des reines sur un échiquier de taille  $8 \times 8$  avec un algorithme de recherche exhaustive, on se retrouve à parcourir  $64^8$  placements possibles, soit  $2^{48}$ , si bien qu'on arrive rapidement à des temps d'exécution bien trop longs. Néanmoins on peut réduire facilement ce temps

d'exécution avec la programmation par contraintes.

### 1.2.1 Contraintes

On doit ainsi modéliser les contraintes dans notre programme pour réduire drastiquement le nombre d'itérations avant de trouver une solution. Les contraintes, en langage naturel, sont donc :

- Il doit y avoir qu'une reine par ligne.
- Il doit y avoir qu'une reine par colonne.
- Il ne doit pas y avoir plus d'une reine par diagonale ;

Ainsi pour modéliser ceci sous la forme d'un CSP, on utilisera les variables suivantes :  $x_i$  : Reine de la ligne  $i$ .  $x_i = j$  :  $j$ , numéro de la colonne où est placée la reine.

Avec ce modèle on est sûr qu'il n'y aura pas d'attaques si deux reines sont sur la même ligne, puisqu'on ne permet qu'une seule reine par ligne. Les contraintes sont donc les suivantes :

- Pas d'attaque sur les colonnes :  $allDifferent(x_i) \forall i \in [1, n]. \forall i \neq j, x_i \neq x_j$
- Pas d'attaque sur les diagonales :  $\forall i \neq j, |x_i - x_j| \neq |i - j|$ , et  $\forall 1 \leq i < j \leq n : |x_i - x_j| \neq j - i$

### 1.3 Composition de notre groupe

Thibault	Béziers La fosse	M1ALMA
Dennis	Bordet	M1ALMA
Joachim	Clayton	M1ALMA
Alexis	Giraudet	M1ALMA
Benjamin	Moreau	M1ALMA

## 2 Partie 1 : Complete Search

### 2.1 Définition

Le Complete Search est une méthode qui vise à rechercher une solution au problème en parcourant un arbre de possibilité progressivement remplie. Celui-ci utilise un algorithme de backtracking.

### 2.2

## 3 Partie 2 : Local Search

### 3.1 Définition

Le Local Search elle est une méthode qui

**3.2**

## **4 Conclusion**