

# Choco-Solver : un solveur Open-Source de Programmation Par Contraintes en Java

Charles Prud'homme<sup>1</sup>, Jean-Guillaume Fages<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IMT Atlantique, LS2N, France  
charles.prudhomme@imt-atlantique.fr

<sup>2</sup> COSLING S.A.S., France  
jg.fages@cosling.com

**Mots-clés** : *programmation par contraintes, recherche opérationnelle, open-source.*

## 1 Introduction

La Programmation Par Contraintes (PPC) est un paradigme de programmation puissant pour résoudre des problèmes d'optimisation sous contraintes [12]. A la croisée de l'Intelligence Artificielle et de la Recherche Opérationnelle, la PPC est à la fois un langage déclaratif riche pour décrire des problèmes combinatoires et un ensemble d'algorithmes pour les résoudre.

Choco-Solver [10] est une librairie open-source de Programmation Par Contraintes, initiée au début des années 2000. Depuis, la librairie a fortement évolué pour gagner en performances, flexibilité et fiabilité. Aujourd'hui, Choco-Solver est utilisé quotidiennement dans le monde Académique et dans l'Industrie, pour résoudre des problématiques complexes d'aide à la décision, notamment en planification [7, 5] et en configuration [1].

## 2 Fonctionnalités

La librairie propose différents types de variables : booléennes, entières, réelles [3], ensemblistes mais aussi des variables de graphe [2, 6]. Un large catalogue de contraintes arithmétiques, logiques, globales, etc., vient enrichir l'API du solveur pour permettre de modéliser le plus naturellement possible le problème à résoudre. Le solveur supporte nativement les contraintes linéaires et non linéaires.

Choco-Solver propose par défaut une résolution boîte-noire, reposant sur une exploration en profondeur d'abord de l'arbre de recherche. Ce mécanisme de résolution est cependant modifiable, ce qui fait la force du solveur. Ces enrichissements peuvent porter sur des algorithmes de filtrage [8], des heuristiques [4], des méta-heuristiques comme la Recherche à Voisinage Large [9] ou encore l'explication de conflits [11].

## 3 Une librairie robuste

Choco-Solver est une librairie Java hébergée sur **GitHub**. Son code est maintenu par une communauté appliquant les standards de Qualité Logicielle (relecture de code, tests unitaires, intégration continue, etc.). Avec plus de 20 ans d'existence, la librairie fait partie des solveurs état-de-l'art en Programmation Par Contraintes.

Au delà de ses performances, le choix du langage Java, de la licence BSD-4 et la présence de la librairie sur le **Maven Central Repository** sont autant de facteurs qui facilitent l'intégration de Choco-Solver au sein de différents projets.

## Références

- [1] Antoine Charpentier, Jean-Guillaume Fages, and Tanguy Lapègue. COSLING configurator. In Michel Aldanondo, Andreas A. Falkner, Alexander Felfernig, and Martin Stettinger, editors, *Proceedings of the 23rd International Configuration Workshop (CWS/ConfWS 2021), Vienna, Austria, 16-17 September, 2021*, volume 2945 of *CEUR Workshop Proceedings*, pages 33–36. CEUR-WS.org, 2021.
- [2] Jean-Guillaume Fages. On the use of graphs within constraint-programming. *Constraints An Int. J.*, 20(4) :498–499, 2015.
- [3] Jean-Guillaume Fages, Gilles Chabert, and Charles Prud’homme. Combining finite and continuous solvers. *CoRR*, abs/1402.1361, 2014.
- [4] Jean-Guillaume Fages and Charles Prud’homme. Making the first solution good! In *29th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, ICTAI 2017, Boston, MA, USA, November 6-8, 2017*, pages 1073–1077. IEEE Computer Society, 2017.
- [5] Fabienne Grazzini. Airbus and COSLING provide software solution optaforce for mirage 2000 maintenance, 2019.
- [6] Dimitri Justeau-Allaire and Charles Prud’homme. Global domain views for expressive and cross-domain constraint programming. *Constraints An Int. J.*, 27(1-2) :1–7, 2022.
- [7] Xavier Lorca, Charles Prud’homme, Aurélien Questel, and Benoît Rottembourg. Using constraint programming for the urban transit crew rescheduling problem. In Michel Rueher, editor, *Principles and Practice of Constraint Programming - 22nd International Conference, CP 2016, Toulouse, France, September 5-9, 2016, Proceedings*, volume 9892 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 636–649. Springer, 2016.
- [8] Yanick Ouellet and Claude-Guy Quimper. The softcumulative constraint with quadratic penalty. In *Thirty-Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2022, Thirty-Fourth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence, IAAI 2022, The Twelveth Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence, EAAI 2022 Virtual Event, February 22 - March 1, 2022*, pages 3813–3820. AAAI Press, 2022.
- [9] Laurent Perron, Paul Shaw, and Vincent Furnon. Propagation guided large neighborhood search. In Mark Wallace, editor, *Principles and Practice of Constraint Programming - CP 2004, 10th International Conference, CP 2004, Toronto, Canada, September 27 - October 1, 2004, Proceedings*, volume 3258 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 468–481. Springer, 2004.
- [10] Charles Prud’homme and Jean-Guillaume Fages. Choco-solver : A java library for constraint programming. *Journal of Open Source Software*, 7(78) :4708, 2022.
- [11] Charles Prud’homme, Xavier Lorca, and Narendra Jussien. Event selection rules to compute explanations. *CoRR*, abs/1608.08015, 2016.
- [12] Francesca Rossi, Peter van Beek, and Toby Walsh, editors. *Handbook of Constraint Programming*, volume 2 of *Foundations of Artificial Intelligence*. Elsevier, 2006.