

# Sujet de stage : Octogones entiers et réels en programmation par contraintes

Encadrants : Charlotte Truchet, Pierre Talbot  
prenom.nom@univ-nantes.fr

Période : deuxième semestre 2018/2019

**Mots clefs** Programmation par contraintes, intelligence artificielle, interprétation abstraite (domaines abstraits), heuristiques

## 1 Contexte scientifique

Le solveur de contraintes AbSolute [PelleauMTB13] est basé sur des domaines abstraits, tels que définis en Interprétation Abstraite pour l'analyse statique de programmes où ils sur-approximent les traces concrètes du programme. La programmation par contraintes a également une notion de domaine, sur-approximant les valeurs possibles de variables d'un problème, mais moins générique que les domaines abstraits, généralement des boîtes réelles ou des boîtes entières. En utilisant les domaines abstraits, AbSolute peut naturellement traiter des domaines relationnels, comme les octogones ou les polyèdres, et des domaines combinant deux domaines abstraits de nature différente (produits réduits de boîtes et polyèdres, ou de boîtes entières et réelles par exemple).

Le but de ce stage est d'étudier plus précisément le domaine abstrait des octogones et ses applications potentielles à la programmation par contraintes, en particulier pour des problèmes discrets. Les octogones ont déjà montré de bonnes performances sur des problèmes à variables réelles [PTB2014], par ailleurs, l'algorithme de clôture sur les octogones [M2006] est très proche d'algorithme de consistance dédiés, comme les *temporal constraint networks* [DP1987]. Le domaine abstrait des octogones, déjà bien étudié dans le cas

des variables réelles, semble donc un bon candidat pour la résolution de problèmes à variables entières, ou bien entières et réelles, avec des contraintes temporelles (problèmes d’emplois du temps, d’ordonnancement, etc).

## 2 Description du travail

La première partie du travail consistera à prendre en main l’implémentation des octogones dans AbSolute, qui repose sur la librairie de domaines abstraits Apron [JM2009], et à réaliser en parallèle une étude bibliographique des octogones en optimisation combinatoire : bien qu’ils ne soient jamais identifiés comme tels, certains des algorithmes du domaine abstrait des octogones apparaissent dans la littérature, comme par exemple la clôture basé sur l’algorithme de Floyd-Warshall (depuis [DP1987], voir [NMMG17] pour une revue récente). Une deuxième étape consistera à évaluer l’intérêt des méthodes octogones pour des problèmes classiques d’ordonnancement ou d’emploi du temps, à la fois en réalisant une comparaison avec les méthodes existantes et en testant différentes configurations octogonales sur des benchmarks classiques. Enfin, sur la base de cette étude, le stagiaire pourra définir de nouvelles heuristiques octogonales sur ce type de problèmes.

## 3 Questions pratiques

Le stage aura lieu au LS2N, à Nantes (UMR 6004). Il sera encadré par Charlotte Truchet et Pierre Talbot, Université de Nantes, équipe TASC.

Le stagiaire devra avoir de solides compétences en OCaml.

La poursuite en thèse est possible à l’issue de ce stage.

## Références

- [DP1987] Rina Dechter and Judea Pearl. Network-based heuristics for constraint-satisfaction problems. *Artificial Intelligence*, 34(1) :1–38, 1987.
- [JM2009] Bertrand Jeannet and Antoine Miné. Apron : A library of numerical abstract domains for static analysis. In *Proceedings of the 21th International Conference Computer Aided Verification (CAV 2009)*, 2009.

- [M2006] Antoine Miné. The octagon abstract domain. *Higher-Order and Symbolic Computation*, 19(1) :31–100, 2006.
- [NMMG17] Ernesto Nunes, Marie D. Manner, Hakim Mitiche, and Maria L. Gini. A taxonomy for task allocation problems with temporal and ordering constraints. *Robotics and Autonomous Systems*, 90 :55–70, 2017.
- [PelleauMTB13] Marie Pelleau, Antoine Miné, Charlotte Truchet, and Frédéric Benhamou. A constraint solver based on abstract domains. In *Verification, Model Checking, and Abstract Interpretation, 14th International Conference, VMCAI 2013, Rome, Italy, January 20-22, 2013. Proceedings*, pages 434–454, 2013.
- [PTB2014] Marie Pelleau, Charlotte Truchet, and Frédéric Benhamou. The octagon abstract domain for continuous constraints. *Constraints*, 19(3) :309–337, 2014.