

Parties prenantes



Une école de l'IMT

Auteurs

Gauthier Picard

Henri Fayol Institute
Laboratoire Hubert Curien
CNRS UMR 5516

picard@emse.fr

Pierre Rust

Orange Labs
Laboratoire Hubert Curien
CNRS UMR 5516

pierre.rust@orange.com

Fano Ramparany

Orange Labs
fano.ramparany@orange.com



Partenaires



Coordination distribuée et autonome pour l'IoT

Motivations

- ▶ 25 milliards d'objets en 2020
- ▶ Appareils bon marché mais contraints
- ▶ Aujourd'hui : coordination centralisée au niveau du cloud

Coordination décentralisée

- ▶ Montée à l'échelle, interactions locales
- ▶ Pas de point d'échec central (SPOF)
- ▶ Pas de goulet d'étranglement pour les communications

DCOP : Problème d'optimisation distribuée sous contraintes

Un tuple $\langle \mathcal{A}, \mathcal{X}, \mathcal{D}, \mathcal{C}, \mu \rangle$

- ▶ $\mathcal{A} = \{a_1, \dots, a_{|\mathcal{A}|}\}$, est un ensemble d'agents
- ▶ $\mathcal{X} = \{x_1, \dots, x_n\}$, est un ensemble de variables
- ▶ $\mathcal{D} = \{\mathcal{D}_{x_1}, \dots, \mathcal{D}_{x_n}\}$, les domaines de variables, $\mathcal{D}_{x_i} = \{v_1, \dots, v_k\}$
- ▶ $\mathcal{C} = \{c_1, \dots, c_m\}$, est un ensemble de contraintes souples, c_i est une fonction de coût $\in \mathbb{R} \cup \{\infty\}$ pour toutes affectations aux variables dans sa portée
- ▶ $\mu : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{A}$, une fonction assignant chaque variable à un calcul

Solution : une affectation à toutes les variables qui minimise la somme des coûts $\sum_i c_i$

Algorithmes par envoi de messages

- ▶ **Complets** ADOPT, DPOP, etc.
- ▶ **Approchés** MGM, DSA, Max-Sum, etc.

pyDCOP une librairie d'étude DCOP

Fonctionnalités

- ▶ Implémentation des algorithmes majeurs : DSA, DPOP, MGM, Max-Sum, etc.
- ▶ Utilitaires pour le développement de nouveaux algorithmes
- ▶ Fournis toute l'infrastructure logicielle pour l'étude des algorithmes DCOP: instanciation des agents, déploiement de l'algorithme, contexte d'exécution, envoi des messages, etc.
- ▶ Générateur de problèmes de benchmark
- ▶ Monitoring et production de métriques: temps de résolution, nombre de cycles, charge réseau, coût et qualité de la solution, etc.

pyDCOP pour l'IoT

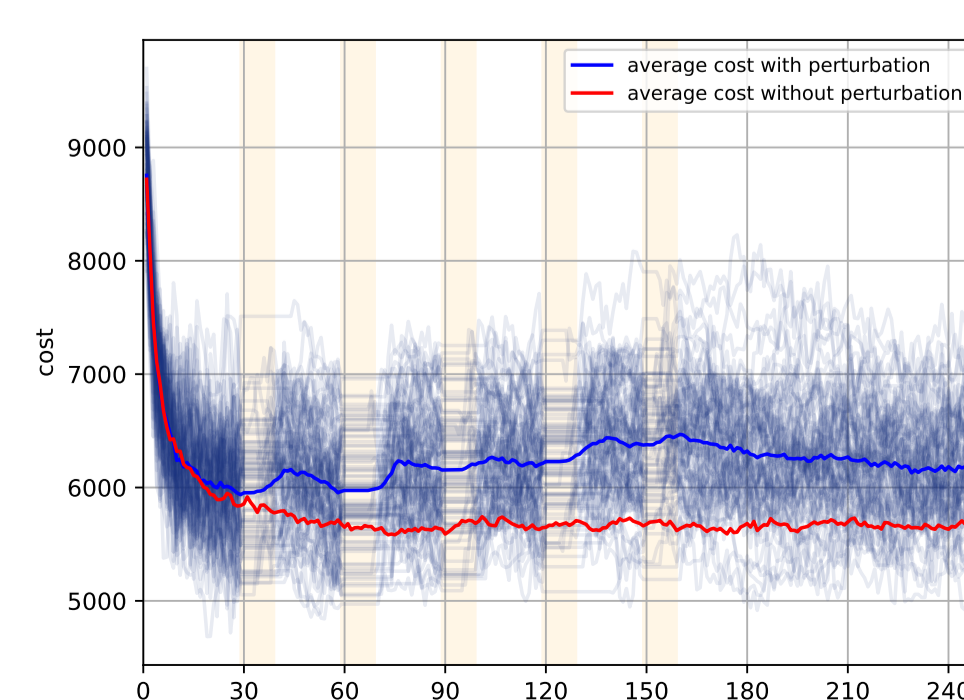
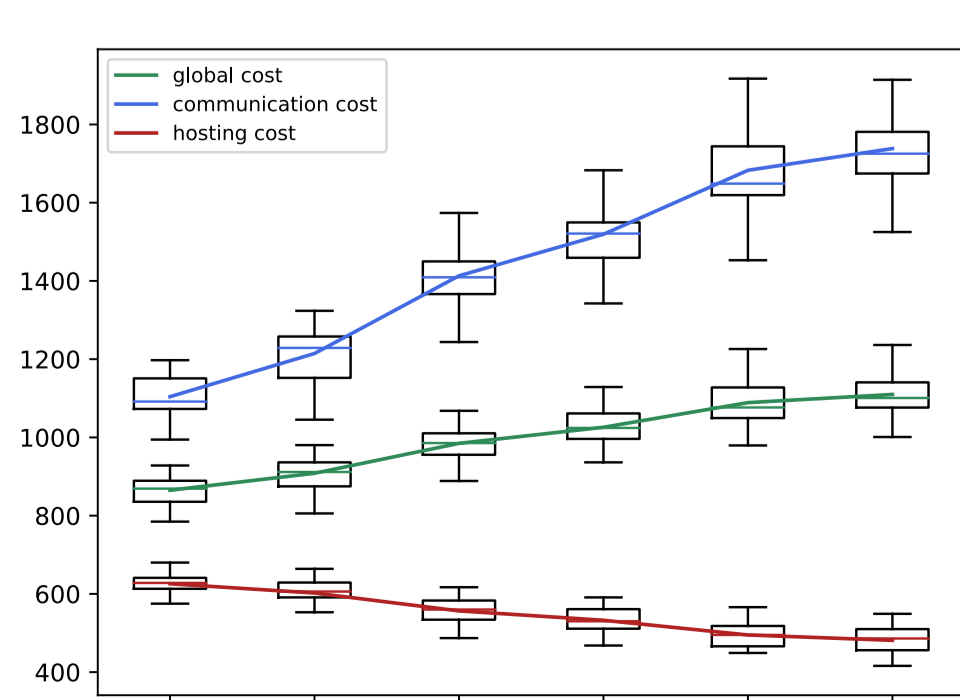
- ▶ Prise en compte de la problématique de la distribution des décisions sur l'infrastructure : optimisation du placement en fonction des coûts de communication, d'hébergement, etc.
- ▶ Résilience du système

Prototypage avec pyDCOP

- ▶ Multi-plateforme
- ▶ Permet un déploiement *réel*: PC, Machine virtuelle, Raspberry Pi
- ▶ Interface graphique de monitoring

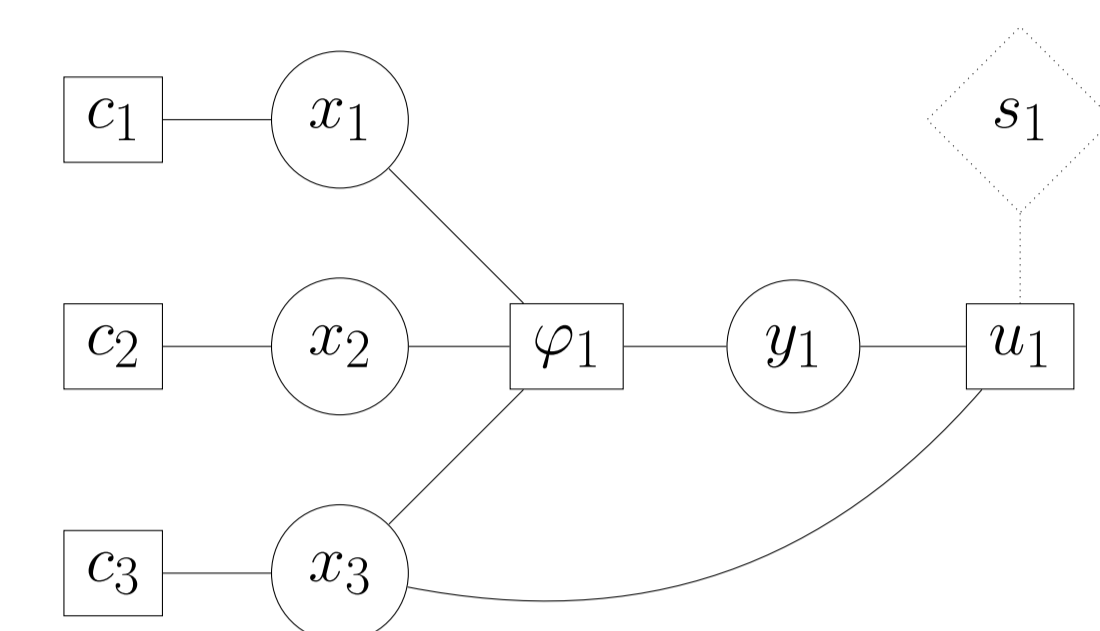
Utilisation

- ▶ Source: <https://github.com/Orange-OpenSource/pyDcop>
- ▶ Documentation: <https://pydcop.readthedocs.io>
- ▶ en python



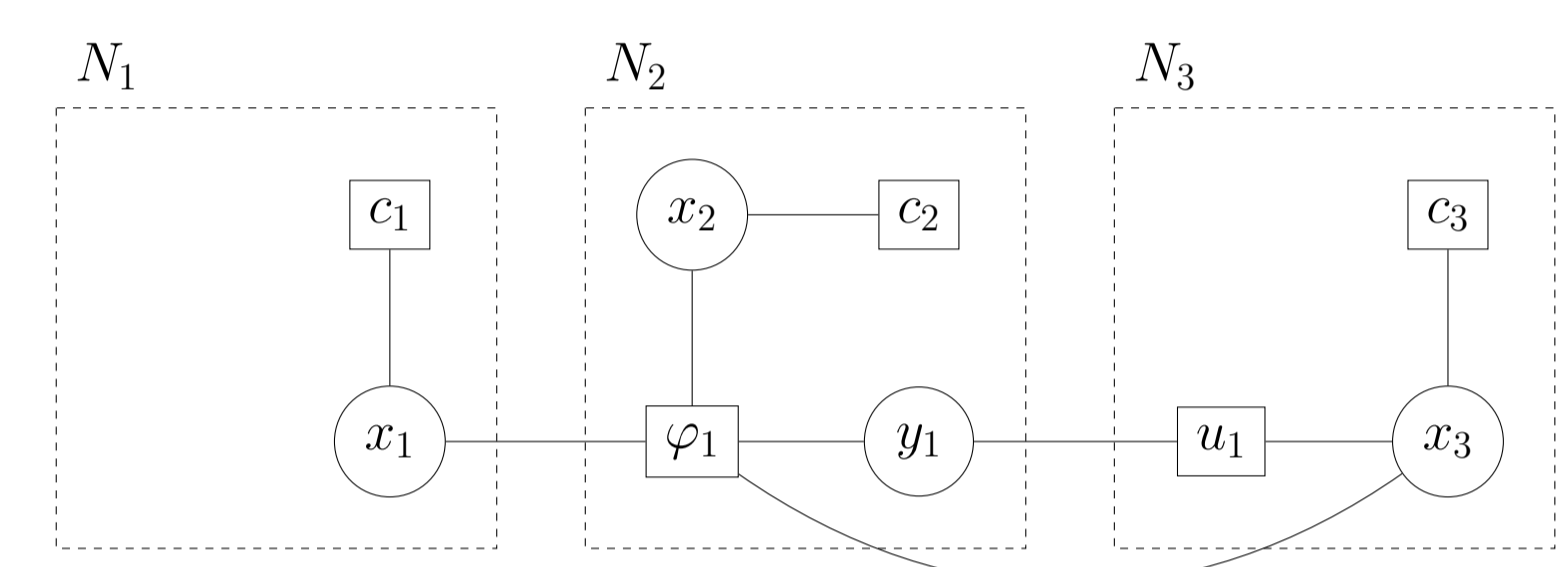
Distribution et résolution d'un DCOP

Représentation en graphe de calculs



- ▶ Graphe de facteurs
- ▶ Graphe de contraintes

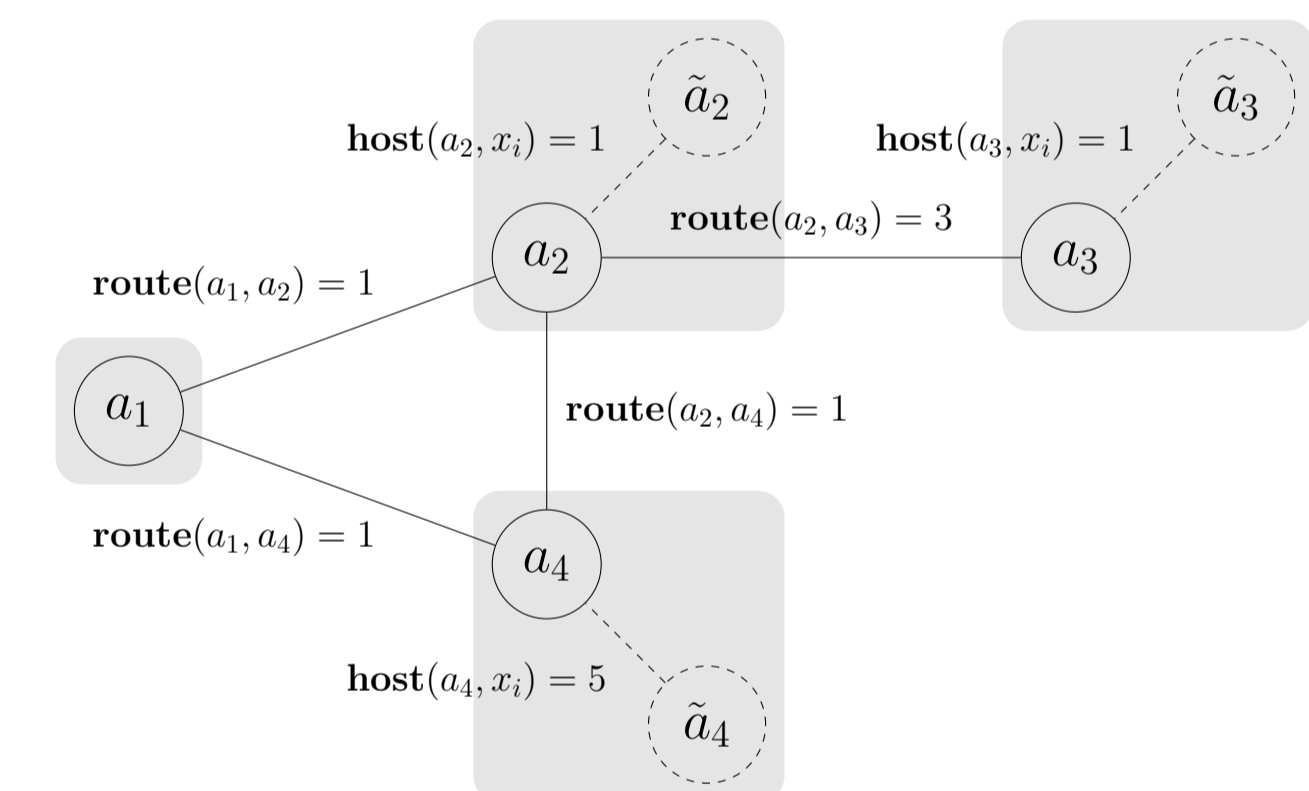
Distribution du graphe de calculs



Un problème de partitionnement de graphe

- ▶ Heuristiques: garder les calculs proches des variables impactées
- ▶ Programmation Linéaire : minimiser les coûts de communication, d'hébergement, en respectant les capacités matérielles des agents
- ▶ etc.

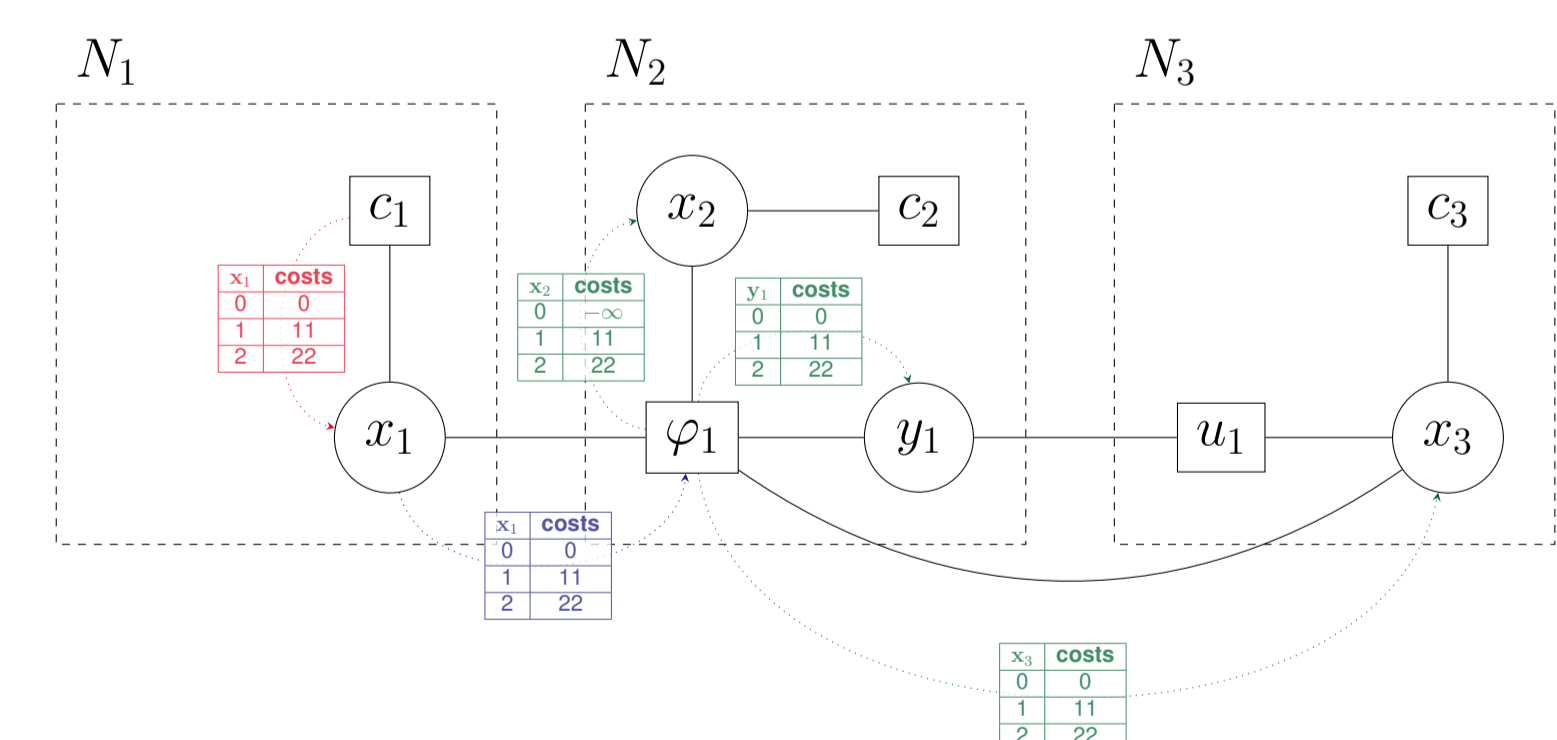
K-Résilience



Survivre à la disparition d'éléments de l'infrastructure

- ▶ Réplication des calculs
- ▶ Réparation en ligne du déploiement

Résolution



Avec des algorithmes DCOP asynchrones supportant la perte de messages.

- ▶ MaxSum, A-DSA pour le problème initial
- ▶ MGM2 pour la réparation du déploiement

Références

- [1] P. Rust, G. Picard, and F. Ramparany. "Installing Resilience in Distributed Constraint Optimization Operated by Physical Multi-Agent Systems". In: *Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS)*. 2019.
- [2] P. Rust, G. Picard, and F. Ramparany. "On the Deployment of Factor Graph Elements to Operate Max-Sum in Dynamic Ambient Environments". In: *Autonomous Agents and Multiagent Systems – AAMAS 2017 Workshops, Best Papers, Sao Paulo, Brazil, May 8-12, 2017, Revised Selected Papers*. Vol. 10642. LNAI. Springer, 2017, pp. 116–137.
- [3] P. Rust, G. Picard, and F. Ramparany. "Using Message-passing DCOP Algorithms to Solve Energy-efficient Smart Environment Configuration Problems". In: *Proceedings of the Twenty-Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-16)*. AAAI Press, 2016, pp. 468–474.