

## ÉLÉMENT DE PORTFOLIO 01



### Distinction

## 1 DÉFINITION DE CET ÉLÉMENT

**Titre de l'élément :** Prix de thèse en intelligence artificielle 2018, décerné à Nawal Benabbou par l'Association française pour l'intelligence artificielle (AFIA), pour sa thèse intitulée "Procédures de décision par élicitation incrémentale de préférences en optimisation multicritère, multi-agents et dans l'incertain" (directeur de thèse : Patrice Perny).

**URL :** <https://afia.asso.fr/les-prix-de-these-en-intelligence-artificielle/>

**Fichier :** decision1.pdf (PDF de la thèse).

## 2 MOTIVATIONS DU CHOIX DE CET ÉLÉMENT

Il s'agit d'une thèse sur l'élicitation incrémentale des préférences, sujet qui s'inscrit dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la théorie de la décision algorithmique. Alors que l'équipe s'occupait principalement de la modélisation des préférences et de l'optimisation pour l'aide à la décision, cette thèse a été le point de départ d'une suite de travaux fructueux sur l'élicitation de préférences et l'apprentissage de modèles de décision. Cette thèse a obtenu le prix de l'AFIA en 2018 et nos travaux sur ce thème ont donné lieu à de nombreuses publications dans l'équipe, impliquant plusieurs permanents et doctorants.

## 3 PRÉSENTATION DE CET ÉLÉMENT

La thèse porte sur le développement de nouvelles méthodes pour la résolution de problèmes d'optimisation multi-objectifs (multicritère, multi-agents, incertain) sur des ensembles de solutions définis explicitement ou implicitement (domaine combinatoire) et dans lesquels les solutions optimales sont caractérisées par un modèle paramétré issu de la théorie de la décision et dont le paramétrage (élicitation) doit permettre de rendre compte des préférences subjectives d'un ou plusieurs agents [1].

Éliciter le modèle décisionnel est une opération coûteuse en soit car elle nécessite de poser un grand nombre de questions au décideur pour être précise. Dans l'optique de limiter le nombre de questions, des procédures d'élicitation partielle (dite "incrémentale") ont été proposées avec succès : il s'agit de poser des questions au décideur, soigneusement choisies les unes après les autres, pour réduire efficacement l'imprécision sur les paramètres du modèle, de manière à identifier rapidement la solution optimale, sans avoir besoin de spécifier complètement le modèle (voir par exemple [7, 8]). Avant la thèse de Nawal Benabbou, cette approche avait été envisagée uniquement dans le cadre de modèles décisionnels très simples et essentiellement sur domaine non-combinatoire. La thèse a ensuite permis de généraliser cette approche à des modèles décisionnels plus complexes, comme l'intégrale de Choquet, et/ou à des domaines combinatoires, et dans tous les secteurs de la théorie de la décision, en particulier pour l'optimisation combinatoire multicritère, la décision collective, ou encore la décision séquentielle dans l'incertain.

Pour aborder les problèmes sur domaine combinatoire, une nouvelle approche a été proposée, combinant l'élicitation incrémentale et l'exploration implicite des solutions du problème. L'idée est de réduire l'imprécision sur les paramètres du modèle décisionnel en cours de résolution, dans le but de centrer rapidement la recherche sur les solutions préférées, tout en limitant le nombre de questions posées au décideur en ne collectant que des informations servant à discriminer des groupes de solutions en compétition lors de l'exploration. Dans ce nouveau schéma de résolution interactive, le fait de poser des questions au décideur sur ses préférences à des moments clés de la résolution permet de focaliser l'effort d'élicitation sur les informations vraiment utiles, et donc de réduire considérablement le nombre de questions nécessaires pour la prise de décision. Dans cette thèse sont proposés des algorithmes exacts dont la terminaison et la correction sont établies formellement, ainsi que des versions approchées plus rapides avec garantie de performance, et des bornes polynomiales sur le nombre de questions générées sont fournies pour plusieurs algorithmes. Par ailleurs, tous les algorithmes proposés sont

systématiquement testés sur des instances de différentes tailles, et les résultats numériques obtenus montrent, à chaque fois, la grande efficacité de l'approche incrémentale, même sur domaine combinatoire. Les résultats obtenus dans cette thèse ont été confirmés par un nombre important de publications, mentionnons en particulier un article dans *Artificial Intelligence Journal* en 2017 [2], qui a d'ores et déjà une soixantaine de citations à son actif.

Par ailleurs, cette thèse a été le point de départ de plusieurs autres thèses dans l'équipe, citons par exemple les travaux de Cassandre Leroy qui ont permis d'étendre l'approche à des méta-heuristiques [5], ceux de Nadjat Bourdache qui se sont intéressées à des approches tolérantes aux erreurs de réponse via une approche Bayésienne [3], ou encore ceux d'Hugo Martin traitant de modèles décisionnels exploitant des échelles bi-polaires [6]. D'autres thèses sont en cours, portant sur des sujets proches de la problématique d'élicitation des préférences, comme celle de Margot Herin sur l'apprentissage de modèles parcimonieux et celle de Mohamed Ouaguenouni considérant le cas de préférences ordinales sur des ensembles. De manière générale, l'élicitation des préférences est devenu un large terrain de collaborations au sein de l'équipe, citons par exemple un article publié dans les actes de la conférence internationale IJCAI [4], impliquant cinq membres de l'équipe.

## 4 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Nawal Benabbou. *Procédures de décision par élicitation incrémentale de préférences en optimisation multi-critère, multi-agents et dans l'incertain*. Theses, Université Pierre et Marie Curie - LIP6, May 2017.
- [2] Nawal Benabbou, Patrice Perny, and Paolo Viappiani. Incremental elicitation of Choquet capacities for multi-criteria choice, ranking and sorting problems. *Artificial Intelligence*, 246 :152–180, 2017.
- [3] Nadjat Bourdache. *Élicitation incrémentale des préférences pour l'optimisation multi-objectifs : modèles non-linéaires, domaines combinatoires et approches tolérantes aux erreurs*. Theses, Sorbonne Université - LIP6, December 2020.
- [4] Hugo Gilbert, Nawal Benabbou, Patrice Perny, Olivier Spanjaard, and Paolo Viappiani. Incremental decision making under risk with the weighted expected utility model. In Carles Sierra, editor, *Proceedings of the Twenty-Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2017, Melbourne, Australia, August 19-25, 2017*, pages 4588–4594, 2017.
- [5] Cassandre Leroy. *Élicitation incrémentale combinée à la recherche heuristique pour l'optimisation combinatoire multi-objectifs*. Theses, Sorbonne Université - LIP6, December 2022.
- [6] Hugo Martin. *Optimisation multi-objectifs et élicitation de préférences fondées sur des modèles décisionnels dépendants du rang et des points de référence*. Theses, Sorbonne Université - LIP6, May 2022.
- [7] Tianhan Wang and Craig Boutilier. Incremental Utility Elicitation with the Minimax Regret Decision Criterion. In *Proceedings of IJCAI'03*, pages 309–316, 2003.
- [8] Chelsea C. White III, Andrew P. Sage, and Shigeru Dozono. A model of multiattribute decisionmaking and trade-off weight determination under uncertainty. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 14(2) :223–229, 1984.