

Laboratoire d'informatique de Paris Nord

LIPN

Rapport d'activité 2017-2022
et projet 2023-2028

Équipe AOC :
Algorithmes
et
Optimisation Combinatoire

cnrs

UNIVERSITÉ
SORBONNE PARIS NORD

Partie I

Le LIPN

page 5

The LIPN at a glance

Environment
Scientific activities
Doctoral studies

7

Partie II

Equipe AOC

page 13

Informations générales sur l'équipe AOC

Membres de l'équipe AOC
Profil d'activités liées à la recherche
Les thématiques scientifiques et leurs enjeux
Prise en compte des recommandations du précédent rapport

15

Introduction du portfolio

29

Auto-évaluation de l'équipe AOC

Domaine 2. Attractivité
Domaine 3. Production scientifique
Domaine 4. Inscription des activités de recherche dans la société

31

Trajectoire de l'équipe AOC

Perspectives sur les prochaines années
SWOT

53

Partie III

Acronymes

page 61

Partie I
Le LIPN

Chapitre 1

The LIPN at a glance

The LIPN (Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord) was created in 1985, has been associated with CNRS since January 1992, before becoming a CNRS UMR in January 2001. The LIPN is the computer science laboratory of University Sorbonne Paris Nord (USPN) which is part of the Alliance Sorbonne-Paris-Cité ASPC.

The laboratory comprises 5 teams with more than 70 permanent staff (full-time researchers, professors and associate professors or research engineers), 9 technical and administrative staff, as well as PhD students and postdocs. It has overall more than 150 members most of the time. After having experienced impressive growth during the last two five-year contracts, the number of teacher-researchers at LIPN has decreased, weakening some of its areas of expertise.

The scientific activities display many collaborations, be they national, international, or through research projects, in particular with the industry. LIPN members are extremely involved on the national scene, in national boards (at CNRS, CNU — national universities council, HCERES, etc.), and in institutional cooperation projects (ANR). On the international scene, members are widely present in editorial boards, programme committees, expert pools of different countries, international schools, and conduct collaborative research with colleagues worldwide.

1.1 Scientific activities

The laboratory is structured into 5 teams and a transverse axis, focussing on the following main areas.

- **A³ (Apprentissage Artificiel et Applications): Machine Learning and Applications**

The A³ team tackles machine learning problems and covers a wide spectrum of issues, ranging from supervised and unsupervised learning to reinforcement learning. Its research is fed, coordinated and evaluated thanks to various applications in the field of pattern recognition and data mining. Research in A³ focuses on the following main topics: algebraic and logical models of learning, collaborative and transfer learning, cluster analysis, dimensionality reduction, link prediction in social networks, recommender systems, and learning structures from complex data.

- **AOC (Algorithmes et Optimisation Combinatoire): Algorithms and Combinatorial Optimisation**

The AOC team develops research in optimisation on graphs, mathematical programming, parallel and distributed computing. Optimisation on graphs is conducted with a particular focus on complexity, polyedral theory and approximation. The team has expertise in design and analysis of mathematical programming approaches and algorithms, and develops both exact and heuristic approaches for solving linear and non-linear problems. Many distributed environments issues are also considered: distributed middleware and architectures, distributed programming and distributed algorithms.

- **CALIN (Combinatoire, ALgorithmique et INTERactions): Combinatorics, ALgorithmics, and INTERactions**

The CALIN team brings together researchers with skills in a variety of aspects of combinatorics (analytic, bijective, geometric, and algebraic). They are interested in the complexity of algorithms and in the fine-grained analysis of data structures. They also study problems of physics with a distinct combinatorial flavour, or apply methods from physics to combinatorial problems. The team is organised into two intersecting subgroups that reflect these interests: one of them focuses on the analysis of algorithms and combinatorial structures, and the other is devoted to the interactions between combinatorics and physics. Geometry, both as a tool and a subject of study is transversal to these two subgroups.

- **LoVe (Logique et Vérification : Logic and Verification)**

The LoVe team tackles different aspects of computational and software models, from theory to applications. It is organised into two subgroups. The logic, programming and complexity group studies the relationship between logic and programming languages, especially for what concerns denotational semantics of programs and proofs, under the Curry-Howard correspondence. It has a special expertise in the quantitative aspects of programming, including the links with computational complexity. It also hosts experts in formal proofs. The verification group develops model checking approaches for concurrent systems, in particular in a parametric, distributed and timed setting. The research spans from fundamental aspects to application domains, including an open verification platform software development.

- **RCLN (Représentation des Connaissances et Langage Naturel): Knowledge Representation and Natural Language**

The RCLN team carries out innovative work for the analysis and exploration of text corpora as well as for the acquisition of knowledge from texts or knowledge graphs. The team is particularly active in problems that are little studied in language, such as the treatment of under-endowed or specialised languages, and is working on approaches to deal with the complexity of problems in texts or knowledge graphs, such as syntactic analysis, information extraction, or graph completion using methods from deep learning, combinatorial optimisation, data mining or inductive logic programming.

- **The transverse axis Complexités: Complexities**

The *Complexities* research axis spreads across the whole laboratory and brings together all those people whose work is related, directly or indirectly, with computational complexity. It is primarily composed of members of the LoVe, CALIN and AOC teams, but its themes potentially intersect also with the other two teams of LIPN. The activities of the axis are centered around a weekly seminar.

1.2 Environment

The LIPN has many research cooperations with its environment: other laboratories at University Sorbonne Paris Nord, but also in the Alliance Sorbonne-Paris-Cité (ASPC), with industry, etc.

- **MathSTIC research federation, and University Sorbonne Paris laboratories**

Research collaborations with other laboratories of University Sorbonne Paris Nord have been favoured over the years, in particular with LAGA (UMR 7539, mathematics laboratory), L2TI (UR3043, signal and image processing laboratory).

This led to the creation of a new research federation in Mathematics and Information Technology MathSTIC, which became a CNRS Research Federation – FR 3734 – in January 2016), gathering members of LAGA, LIPN, and L2TI laboratories, in order to enhance cross-fertilisation in four of their major areas of expertise:

- Optimisation and learning applied to digital contents;
- High-performance computing, distributed systems;
- Mathematical physics, statistical physics, combinatorics;
- Categories: between calculation and topology.

- **Regional setting: DIM RFSI and EFL LabEx**

All LIPN teams strongly collaborate with other groups in the Île-de-France region. Furthermore, LIPN has been heading the regional initiative in computer science, DIM RFSI, which fostered regional collaborative projects between different laboratories and companies in computer science or application domains. It also allowed for setting up a large regional cluster infrastructure for HPC and deep learning.

The team RCLN at LIPN is a major actor in the EFL LabEx (Empirical Foundations of Linguistics). Its multidisciplinary nature is a key to evolution of research topics at the meeting point of linguistics and computer science.

- **International cooperations**

Members of the laboratory have many collaborations worldwide, with exchanges of researchers. Moreover, approximately 15 foreign researchers are invited for a period of two to four weeks at our laboratory each year to carry collaborative research. Co-operation projects involve laboratories in Denmark, Netherlands, Norway, Poland, Italy,

1.3 Doctoral studies

Tunisia, Morocco, Canada, United States, Argentina, Brazil, Chile, Mexico, Uruguay, Singapore, Taiwan, Vietnam, Australia.

• Industrial collaborations

Most research areas of the LIPN also participate in collaborations with the industry, mainly through research projects (ANR, FUI, industrial collaborations) and CIFRE PhDs. The LIPN is involved in a joint laboratory (LabCom) on satellite image processing. Furthermore some researchers of the LIPN have also created a start-up company, or benefit from a few months industrial experience. Moreover, the LIPN is involved in different boards of 2 business clusters (pôles de compétitivité) which favour technology transfer and research projects with companies at a regional level.

1.3 Doctoral studies

The doctoral studies are organised within the doctoral school ED146 *Galileo : Science, Technology, Health*, which addresses three major scientific areas, LIPN being part of the first group:

1. mathematics, computer science, signal processing;
2. physics, materials, engineering sciences;
3. health sciences, medicine, human biology, chemistry, ethology.

The doctoral school organises mandatory courses, and allocates scholarships to doctoral students. Every year, approximately five of them are allocated to the LIPN (out of 25 for the whole doctoral school).

• PhDs and Habilitations

Over the 2017–2022 period, 62 PhD defences took place. Half of the doctoral students were financed by a scholarship from the doctoral school, and the others through research projects, industry, or international support.

During the same period, 11 habilitations (Habilitations à diriger les Recherches) were delivered.

• Math & Computer Science Graduate School

The M&CS Graduate school is an international 5-year high-level curriculum founded for 8 years. It is endorsed by the Galileo Doctoral School and three local masters: Mathematics, Computer Science, Engineering and Innovation in Images and Networks. The LIPN and the two other laboratories of MathSTIC research federation actively participate in this graduate school. The interactions between Mathematics and Computer Science are highlighted in the graduate school to promote interdisciplinarity in teaching and research.

• Masters courses

A masters programme in computer science is delivered at University Sorbonne Paris Nord. It currently features two specialities:

- EID² (Exploration Informatique des Données et Décisionnel): Machine Learning and Data Science and its international curriculum Data Science;
- PLS (Programmation et Logiciels Sûrs): Programming and Secure Software.

Both specialities lead to either industrial or research careers, depending on the master thesis.

LIPN researchers also deliver courses in other masters programmes of universities in the parisian region.

Furthermore, they are involved in international cooperations for setting up masters programmes in foreign countries, e.g. Madagascar, Vietnam.

- **Summer schools and conferences**

LIPN supports the organisation and participation in thematic schools, by encouraging doctoral students attendance (which is recognised as mandatory courses), talks by members of the laboratory, as well as financial support to the organisation of such events.

In particular, Column Generation School 2018, Mathématiques expérimentales: méthodes et pratiques (MathExp) 2018, Kaleidoscope research school 2019, Deep Learning & Data science thematic school every two years, were co-organised by LIPN members. Some of these thematic schools take place in University Sorbonne Paris Nord, while others are elsewhere in France or abroad.

Partie II
Equipe AOC

Overview

The AOC team was issued in 2010 from two research domains of the former OCAD team: Combinatorial Optimization, and Parallel and Distributed Computing. The team is organized along three axes: *Graphs and Polyhedra*, *Mathematical Programming* and *Parallel and Distributed Computing*. These three research axes are strongly linked together. The first one mainly deals with optimization problems in graphs with a focus on polyedral theory, approximation and complexity. One main topic of the axis is the use of geometric and algebraic tools from polyhedral theory to derive new insights towards the essential properties of the underlying combinatorial problem. Such problems can rarely be solved by enumeration, and their study often requires unveiling structural properties of the sets of solutions. The second axis deals with the design and analysis (both theoretical and empirical) of mathematical programming approaches and algorithms. Both exact and heuristic approaches for solving hard combinatorial optimization problems are developed. Moreover, both mixed integer linear programming and mixed integer non linear programming are studied. The third axis deals with problems intersecting three strongly linked domains: *distributed middleware and architecture*, *distributed programming* and *distributed algorithms*.

An interesting characteristic of the AOC team is that its expertise covers a broad spectrum of topics either horizontally (from graph theory to heuristics) or vertically (from algorithm design to detailed implementation). It is unusual in Europe and all over the world to find an equivalent spectrum. The strengths of the team are the quantity and quality of publications together with open source software development. Researchers of the team have published in high-level international journals and conferences as, for example, *Mathematical Programming*, *Operations Research*, *Mathematical Programming Computations*, *Journal of Supercomputing*, and *EURO-Par* and *IPCO*, and are editors or guest editors of several international journals on these topics. As for the software and/or instances collection implementation, we developed, for example, *BigCrunch* (i.e., software) and *QPLib* (i.e., instances). The team did actively participate in national projects (in some cases, as principal coordinator) and has several international collaborations. The international expertise of the team is also assessed by its ability to attract international researchers as visiting scholars or to cover temporary positions (PhDs and postdocs).

The research topics of the team for the next five years aim at investigating promising areas where the team may emerge as a leader. At the same time our researchers can give fruitful contributions in these areas thanks to their know-how and the cross fertilization of different axes. The topics are listed below, but we shall also continue our research in our major areas of expertise like: *polyedral, exact and heuristic approaches for hard combinatorial optimization problem, cloud and grid, high performance computing, quadratic programming*. These promising research topics are the following:

- Polyhedra behind min-max relations;
- Machine learning and optimization;
- Robustness;
- Sustainable digital and Edge computing

The researchers of the team are involved in teaching at the undergraduate and graduate level, in Sorbonne Paris Nord University and in other institutions.

Chapitre 1

Informations générales sur l'équipe AOC

Sommaire

1.1 Membres de l'équipe AOC	16
1.1.1 Membres permanents	16
1.1.2 Membres associés	17
1.1.3 Doctorants au 1er oct. 2022	17
1.1.4 Doctorants associés au 1er oct. 2022	17
1.1.5 Post-Doctorants au 1er oct. 2022	17
1.1.6 Personnel temporaire du 01/09/2017 au 01/10/2022	17
1.1.7 Évolution de l'équipe (permanents)	18
1.2 Les thématiques scientifiques et leurs enjeux	18
1.2.1 Axe 1: Graphes et polyèdres	19
1.2.2 Axe 2: programmation mathématique	21
1.2.3 Axe 3 : algorithmes, logiciel et architectures distribués	23
1.3 Profil d'activités liées à la recherche	26
1.4 Prise en compte des recommandations du précédent rapport	26

Nom de l'équipe : Algorithmes et Optimisation Combinatoire (AOC)

1.1 Membres de l'équipe AOC

Responsable de l'équipe : Roberto WOLFLER CALVO

1.1 Membres de l'équipe AOC

Corps	2017	2018	2019	2020	2021	2022	(2023)
PU	3	3	3	4	4	5	(5)
MCF	10	10	10	9	9	8	(8)
Post-docs et ATER	2	1	1	0	0	1	(1)
Doctorants	4	5	4	6	7	10	(9)
Prof ext.	0	0	1	1	0	0	0
<i>Total</i>	19	19	19	20	20	24	(23)

Informations
générales sur
l'équipe AOC

1.1.1 Membres permanents

Membres ou, *en italique*, anciens membres, et, **en gras**, responsable de l'équipe au 01/10/2022

	<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Situation</i>	<i>Institution</i>
	Borne	Sylvie	MCF	IG
	Butelle	Franck	MCF	IUTV
	Cérin	Christophe	PU	IUTV
	Coti ¹	Camille	MCF	IUTV
	Dubacq	Jean-Christophe	MCF	IUTV
	Fouilhoux	Pierre	PU	IG
	Grappe	Roland	MCF	IG
	Lacroix	Mathieu	MCF	IUTV
	Létocart	Lucas	PU	IG
	<i>Pekergin</i>	<i>Ferhan</i>	<i>MCF</i>	<i>IUTV</i>
	Roupin	Frédéric	PU	IG
	Toulouse	Sophie	MCF	IG
	Traversi	Emiliano	MCF	IUT
	Wolfler Calvo	Roberto	PU	IG

1. En détachement, poste au Canada

1.1 Membres de l'équipe AOC

1.1.2 Membres associés

	<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Situation</i>	<i>Institution</i>
	Abbes	Heithem	MCF	FST!
	Alfandari	Laurent	PR	ESSEC
	Benallouche	Yacine	PAST	IUTV
	Finta	Lucian	MCF	IUTV
	Saad	Walid	MCF	ENSIT!
	Plateau	Gérard	membre d'honneur	

**Informations
générales sur
l'équipe AOC**

1.1.3 Doctorants au 1er oct. 2022

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Situation</i>	<i>Financement</i>
Demelas	Francesco	Allocataire	Université SPN
Dupont-Bouillard	Alexandre	Allocataire	Université SPN
Grenèche	Nicolas		DSI-Université SPN
Pisanu	Francesco	Allocataire	Université SPN
Schneider	Alexis	CIFRE	Orange
Schulz	Alexandre	Fond propre	Université SPN
Vallée	Mathieu	Allocataire	Université SPN
Zhang	Yue	Allocataire	Université SPN
Zigrand	Louis	CIFRE	Padam

1.1.4 Doctorants associés au 1er oct. 2022

(Les doctorants associés sont encadrés par des membres du LIPN et dépendent d'une école doctorale extérieure à l'Université Paris 13.)

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Situation</i>	<i>Institution</i>
Concas	Emanuele	Doctorant	ENPC

1.1.5 Post-Doctorants au 1er oct. 2022

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Situation</i>	<i>Début</i>	<i>Fin</i>	<i>Financement</i>
Bettiol	Enrico	Post-Doc	2022	2023	Huawei

1.1.6 Personnel temporaire du 01/09/2017 au 01/10/2022

Nom	Prénom	Situation	Début	Fin	Financement
De Melo Da Silva	Marcos	Doctorant	2013	2017	Ministère
Pan	Stefania	Doctorante	2015	2018	Bourse CIFRE
Bettiol	Enrico	Doctorant	2016	2019	Mnistère
Lancini	Emiliano	Doctorant	2016	2019	Ministère

1.2 Les thématiques scientifiques et leurs enjeux

Leclercq	Etienne	Doctorant	2017	2022	CIFRE
Menouer	Tarek	Postdoc	2017	2018	sur projet UMANIS
Chahbar	Mohammed	Doctorant	2018	2021	Ministère
Sliwak	Julie	Doctorante	2018	2021	Bourse CIFRE
Torres Figueroa	Juan José	Doctorant	2018	2022	Ministère
Torres Gonzales	Daniel	Doctorant	2018	2021	Ministère
Pass-Lanneau	Adèle	Doctorante	2018	2021	CIFRE
Delle Donne	Diego	Postdoc	2018	2019	Bourse MathStic
Rios Solis	Yasmine	Prof. étrangère	2019	2020	en congé sabbatique

1.1.7 Évolution de l'équipe (permanents)

Informations générales sur l'équipe AOC

L'équipe AOC a été créée en 2010, lors de la restructuration du laboratoire en 5 équipes, par une partie des membres de l'équipe OCAD, regroupant les compétences en « Optimisation Combinatoire » et en « Algorithmes, logiciels et architectures distribués ». Pendant la période précédente (2017–2022), elle n'a été renforcée que par l'arrivée de P. Fouilhoux et la promotion de L. Létocart. Dans la même période, G. Plateau est devenu membre honoraire après la fin de son émérita, F. Pekergin est parti en retraite, C. Coti en disponibilité et C. Cérin en délégation.

Les axes de recherche de l'équipe (Graphes et polyèdres, Programmation mathématique et Algorithmes, logiciels et architectures distribués) sont maintenus et ont progressé dans leurs développements.

On peut aussi noter les soutenance d'Habilitation à Diriger des Recherches de E. Traversi (01/2023) et R. Grappe (11/2021).

Promotions

2022 L. Létocart, Professeur

Départs

2022 F. Pekergin, MCF IUTV (retraite)

Arrivées

2020 P. Fouilhoux, PU IG (Paris 6)

1.2 Les thématiques scientifiques et leurs enjeux

L'équipe a une taille moyenne dans le panorama national et international, et il est intéressant de remarquer le large spectre de ses thèmes de recherche. Au niveau national, on retrouve généralement soit des équipes de recherche fortement orientées vers le transfert de technologie et le rapport avec le monde industriel, soit des équipes très théoriques, plus orientées graphes et polyèdres, ou encore des équipes se focalisant principalement sur la programmation mathématique. Nous avons l'ensemble des trois aspects de manière bien équilibrée et bien représentée. De plus l'équipe a une forte composante dans l'axe calcul parallèle et distribué très reconnue localement, nationalement et internationalement.

Les titres des axes définissent bien les communautés auxquelles appartient l'équipe. De plus, pour chaque axe, nous avons au moins un thème de recherche dans lequel nous sommes très reconnus et très bien intégrés dans ces communautés nationales et internationales (aussi bien en tant qu'organismes d'événements, qu'invités dans des conférences renommées car nous sommes des animateurs de ces communautés scientifiques). Citons, par exemple, de façon non exhaustive, polyèdre Box-TDI, méthodes de décomposition, optimisation non-linéaire, cloud et environnement d'exécution distribuée. Au niveau de l'équipe, nous pouvons remarquer une plus grande quantité de projets et travaux co-signés par rapport à la période précédente. Nous avons aussi amélioré notre rayonnement et visibilité comme équipe. La remarquable diversité des thèmes abordés et des compétences mises en œuvre est accompagnée de deux autres facteurs : la croissance en nombre et en qualité des publications ainsi que la quantité de thèses CIFRE et de contrats développés dans la période concernée.

La vie scientifique de l'équipe est organisée à travers des rencontres hebdomadaires, à savoir : un séminaire fait par un invité international (parfois par visio depuis le covid), un séminaire fait par les membres juniors de l'équipe (doctorants ou post-doctorants), une réunion d'équipe et une matinée scientifique. Cette dernière est l'occasion de partager des réflexions sur des sujets brûlants et de stimuler les collaborations entre membres. Plus en détails on a donné le nom de matinées scientifiques à des rencontres informelles de type *brainstorming* sur un sujet de recherche qu'un membre de l'équipe souhaite aborder. Ces matinées scientifiques se transforment parfois en de vrais groupes de travail hebdomadaire quand le sujet est vaste et intéresse plusieurs membres de l'équipe. On peut remarquer que, même pendant la période du COVID, nous avons organisé et mis en place des rencontres hebdomadaires. Ces rencontres ont aussi été l'occasion d'inviter des conférenciers étrangers.

D'une manière générale, l'équipe AOC a bien avancé pendant ces six ans sur plusieurs thèmes de recherche qui font l'objet des prochains paragraphes.

Le lecteur intéressé par les détails des différents axes pourra remarquer des résultats innovants et excellents qui ont relevé des défis importants.

Enfin, il faut signaler que les membres de l'équipe ont développé d'autres méthodes que celles mise en évidence ici et qui ont donné lieu à d'autres publications (comme par exemple, mais la liste est loin d'être exhaustive : [RI-48, RI-50, RI-49, RI-45, RI-39]).

**Informations
générales sur
l'équipe AOC**

1.2.1 Axe 1 : Graphes et polyèdres

Les principaux résultats obtenus dans cet axe portent sur la caractérisation des systèmes et polyèdres box-TDI et l'étude du polyèdre induit par l'ensemble des solutions réalisables d'un problème. Les paragraphes suivants détaillent le contexte et certains de ces résultats.

• Polyèdres box-TDI

En optimisation combinatoire, de nombreux résultats importants découlent de relations min-max, tel que le théorème FlotMax-CoupeMin de Ford et Fulkerson [4] qui stipule que, dans un graphe orienté ayant une source s , un puits t et des capacités sur ses arcs, la quantité maximale de flot de la source au puits respectant les capacités est égale à la capacité minimale d'un ensemble d'arcs à supprimer pour déconnecter s de t — une *st-coupe*. Ce type de relation est essentielle d'un point de vue théorique, caractérisant les optimalités de diverses familles d'objets combinatoires, comme les flots et les *st-coupes* ci-dessus. Ceci a aussi de fortes conséquences algorithmiques : une relation min-max fournit un critère d'arrêt particulièrement utile lors de la recherche de solutions optimales. Bien souvent, de telles relations découlent de propriétés d'intégralité de certains systèmes linéaires. Les polyèdres box-TDI jouent un rôle important dans ce contexte car ils sont associés à des systèmes linéaires qui ont de fortes propriétés d'intégralité. Les systèmes linéaires ayant la propriété qu'il existe toujours une solution optimale entière dans leur dual sont appelés des systèmes *TDI* (totally dual integral). Parmi les systèmes TDI, il en existe qui produisent des relations min-max plus fortes : les systèmes *box-TDI*. Ces systèmes sont ceux qui restent TDI lorsque des bornes inférieures et supérieures sont imposées sur les variables. Dans le dual, l'effet d'être box-TDI est que l'on peut modifier la fonction objective du problème primal par une quantité entière et à un certain coût avant de résoudre le problème dual résultant. Il se trouve que le système linéaire derrière le théorème de MaxFlow-MinCut est box-TDI. Les polyèdres décrits par de tels systèmes sont appelés des polyèdres *box-TDI*. Ces systèmes et polyèdres ont été introduits autour des années 80, mais on en savait peu à leur sujet avant les vingt dernières années. Les polyèdres box-TDI sont fondamentaux en optimisation combinatoire car ils sous-tendent de forts théorèmes min-max, et ils sont l'un des principaux sujets des recherches de l'axe 1 depuis 2016. Dans [RI-46], avec Chervet et Robert, nous

1.2 Les thématiques scientifiques et leurs enjeux

fournissons plusieurs caractérisations des polyèdres box-TDI, essentiellement géométriques et matricielles. Ces caractérisations ouvrent une variété de nouvelles questions, et comblent “le manque d’un outil approprié pour établir le caractère box-TDI” — pour citer Ding, Tan, and Zang [2]. Entre autres, elles nous ont permis de réfuter la conjecture de Ding, Zang, and Zhao [3] sur les graphes box-parfaits. Ces caractérisations nous ont permis ultérieurement d’étudier le caractère box-TDI d’un certain nombre de polyèdres classiques en optimisation combinatoire. Dans [RI-62], nous fournissons le système de Schrijver du cône des flots d’un graphe série-parallèle. Dans [CI-44], nous étudions le polyèdre lié aux sous-graphes couvrants k -arête-connexes d’un graphe donné : ce sont les sous-graphes qui restent connexes après la suppression de n’importe quel ensemble de $k - 1$ arêtes. Notre caractérisation de son aspect box-TDI renforce un certain nombre de résultats bien connus sur ce polyèdre. Avec Cornaz et Lacroix dans [RI-24], nous fournissons un système box-TDI décrivant le cône des coupes d’un graphe série-parallèle, ce qui renforce le résultat TDI de Schrijver [6, Corollary 29.9c]. Ces articles répondent à deux défis conjoints dans ce thème : le défi théorique de caractériser les propriétés géométriques et matricielles de ces familles de polyèdres d’abord, et dans un second temps celui de traduire ces propriétés en un théorème min-max, utile par exemple au développement d’algorithmes combinatoires résolvant les problèmes sous-jacents.

**Informations
générales sur
l’équipe AOC**

• Polyèdres et inégalités

On appelle souvent *polyèdres combinatoires* les polyèdres définis comme l’enveloppe convexe des vecteurs solutions d’un problème d’optimisation combinatoire. Étudier la structure de tels polyèdres permet à la fois de déduire des propriétés sur les valeurs et la nature des solutions, mais aussi de concevoir des algorithmes de résolutions puissants tel que l’algorithme de coupes et branchement.

L’équipe AOC s’intéresse énormément à ces approches polyédrales dans le but de concevoir des outils de résolutions dédiés à des problèmes donnés. Dans [↑RI-3], nous proposons une étude du polyèdre du problème de décision d’allumage ou d’extinction des centrales de production électrique, appelé Unit Commitment Problem (UCP). Cette étude a permis de mieux cerner la difficulté de ce problème central pour la production énergétique et dont nous avons étudié la complexité dans [↑RI-3]. Elle a également permis de proposer un algorithme de résolution efficace pour l’UPC basé sur des inégalités valides généralisant les inégalités du polyèdre du sac-à-dos en tenant compte de la dynamique temporelle de la prévision de consommation électrique. Une approche similaire a permis dans [RI-33] d’étudier et résoudre une relaxation du célèbre problème de coloration de graphe. Dans [↑RI-7], nous proposons une étude d’un polyèdre moins classique basée sur des variables continues indiquant les dates de début de tâches d’un problème d’ordonnancement juste à temps.

Un autre aspect plus fondamental des études polyédrales est de donner la description de toutes les inégalités formant un polyèdre combinatoire, on appelle ceci donner la caractérisation d’un polyèdre. Si cette caractérisation est de taille polynomiale, ou si elle peut être associée à un algorithme de séparation qui soit polynomial, une telle approche permet de montrer la polynomialité du problème. Ce type de résultats permet d’établir la polynomialité de cas particuliers de problèmes sur une classe d’instances donnée, mais aussi de mettre en lumière des inégalités centrales dans la structure du problème. Dans [RI-19], nous donnons ainsi la caractérisation du polytope lexicographique, défini comme l’ensemble des points entiers qui sont lexicographiquement entre deux points entiers donnés. Dans [RI-11], une caractérisation est donnée pour le problème des *st*-bond (une *st*-coupe minimal au sens de l’inclusion) dans le cas des graphes série-parallèles.

Une approche originale a été débutée dans l’équipe afin d’utiliser les approches polyédrales pour réduire l’espace des solutions à explorer lors de la résolution des problèmes. Une première idée est de limiter l’exploration à un unique représentant par classe de symétrie dans l’espace des solutions. Cette technique consiste à intersecter le polyèdre combinatoire avec un polyèdre lexicographique sur les permutations d’indice

dans les vecteurs solutions : cette idée a été mise en œuvre algorithmiquement dans [↑RI-6] et dans une méthode de branch-and-cut dans [↑RI-8] pour le problème de l'UCP. Une deuxième idée est de couper une solution dominée au sens de l'existence d'une opération de voisinage construisant une meilleure solution à partir d'elle. Des inégalités de dominance ont ainsi été étudiées et utilisées dans [↑RI-10] pour un problème d'ordonnancement juste à temps.

En lien avec la thématique de décomposition, les approches polyédrales sont également possibles pour les problèmes maîtres de la décomposition, en permettant de concevoir des algorithmes de branch-and-price comme dans [↑RI-2] pour un problème de planification.

1.2.2 Axe 2 : programmation mathématique

Les principaux résultats obtenus portent sur : l'application des approches par reformulation et décomposition, l'étude et la résolution de modèles non linéaires, les méthodes de *Machine learning* appliquées à l'optimisation.

Informations
générales sur
l'équipe AOC

• Reformulation et décomposition

La grande majorité des méthodes de résolution d'un modèle de programmation mathématique reposent sur l'idée de résoudre de manière répétée un problème "plus facile" à résoudre. Ce principe se retrouve, par exemple, dans l'algorithme "branch-and-bound", où un problème à variables discrètes est résolu en résolvant plusieurs fois un problème plus simple (souvent la relaxation continue du problème d'origine). Le but des techniques de reformulation et de décomposition est précisément de réécrire un modèle mathématique sous une forme plus facilement résoluble au moyen d'un algorithme approprié. Malheureusement leur résolution directe n'est pas envisageable à cause du nombre considérable de variables engendrées par la reformulation où la décomposition. Une approche classique dans le cadre linéaire (et plus récemment en non-linéaire [RI-58]) consiste à résoudre une formulation restreinte à un sous-ensemble de variables, puis d'ajouter à cette formulation restreinte des variables permettant d'améliorer la solution courante, tant que cela est possible : la formulation finalement obtenue donne la solution optimale du problème. Cette approche peut ensuite être insérée dans des schémas de séparation et d'évaluation progressive donnant lieu à des méthodes exactes de type *branch-and-price* et *branch-and-cut-and-price*. Nous avons proposé différentes reformulations linéaires et non-linéaires de problèmes combinatoires afin de construire des schémas de résolution complémentaires. Ceux-ci s'appuient notamment sur des relaxations et décompositions des modélisations, qui peuvent ensuite être insérées dans des schémas de séparation et d'évaluation progressive. Voir notamment [RI-25, RI-41, RI-43, RI-4, RI-48, RI-16, CO-28, ↑RI-2].

Le grand nombre et la variété des articles témoignent de l'expertise de l'équipe dans les méthodes de décomposition. Au vu de la spécificité de chaque document, nous n'entrerons pas dans les détails de chacun. Nous nous limiterons à mettre en évidence les trois qui, selon nous, ont des spécificités plus complexes et intéressantes que les autres. En [RI-20], nous étendons et généralisons une méthode de résolution du maître restreint sous-jacent à une approche "branch-and-price". Nous démontrons mathématiquement et expérimentalement la stabilité et la rapidité de l'approche par rapport à un solveur linéaire. In [RI-37] nous proposons un schéma de décomposition emboîtée pour les programmes linéaires stochastiques à **horizon infini**. Notre approche peut être considérée comme une extension convergente de la programmation dynamique duale stochastique au cadre de l'horizon infini : nous explorons une séquence de problèmes d'horizon fini de longueur croissante jusqu'à ce que nous puissions garantir la convergence avec un niveau de confiance donné. La méthodologie alterne entre un passage vers l'avant pour explorer des exemples de chemins et déterminer des solutions d'essai, et un passage vers l'arrière pour générer une approximation polyédrique de la

1.2 Les thématiques scientifiques et leurs enjeux

fonction de valeur optimale en calculant des sous-gradients à partir des sous-problèmes de scénario. Enfin dans [RI-27] (cf. Sec3) nous proposons un modèle original pour le problème de diffusion dans un réseau : (virus, information, etc.). Nous proposons également un algorithme de résolution basé sur une succession de transformations et de décompositions qui passent par une formulation étendue et une formulation non-linéaire, pour citer que les principales.

• Optimisation non linéaire et quadratique

L'optimisation non linéaire concerne l'optimisation où la fonction objectif et/ou les contraintes sont exprimées sous la forme de fonctions non linéaires. L'optimisation quadratique concerne quant à elle l'optimisation de problèmes avec des fonctions polynomiales de degré deux. L'optimisation non linéaire, et notamment l'optimisation quadratique, fait le lien entre l'optimisation combinatoire et l'optimisation continue. La possibilité d'exprimer l'objectif et/ou les contraintes sous des formes non linéaires permet d'augmenter l'expressivité des modèles mathématiques utilisés pour formuler les problèmes d'optimisation et ainsi de coller davantage à la réalité. Cette flexibilité permet d'augmenter le spectre des problèmes qui peuvent être modélisés.

Les liens entre optimisation non-linéaire et combinatoire sont de plus en plus explorés et exploités avec succès avec l'avènement et le développement d'outils numériques performants. Le cheminement est comparable à celui qui a été emprunté (et qui est toujours vivace) par l'optimisation linéaire pour l'étude et la résolution efficace de problèmes difficiles de l'optimisation combinatoire [RI-23]. Cette extension naturelle au contexte non-linéaire, presque mécanique, des approches connues dans le cadre linéaire (modélisations, relaxations, dualité, décomposition et génération de colonnes, hybridation d'approches numériques et combinatoires), est enrichi par le contexte non-linéaire et permet également l'élaboration de méthodes spécifiques. Outre la plus grande diversité qu'offrent les approches non-linéaires pour la modélisation, certains problèmes sont réputés pour être résistants aux techniques fondées sur la linéarisation (typiquement un saut d'intégralité important entre les modèles et leurs relaxations continues) et sont des candidats de choix pour ces nouvelles approches. Une contribution essentielle de l'équipe AOC est d'ordre méthodologique : elle concerne la proposition d'approches génériques pour la résolution de classes entières de problèmes combinatoires [RI-61] [RI-17] [RI-42] ou de problèmes fondamentaux de l'optimisation combinatoire liés à de nombreuses applications [RI-15]. Ce volet est prolongé par la constitution de bases de tests d'instances [RI-22] et la production et la diffusion de logiciels [RI-1] dans la communauté académique et auprès de partenaires industriels. Un second axe de recherche est l'exploitation de propriétés (implicites ou explicites) pour des classes d'instances de problèmes combinatoires. Ainsi, on peut choisir de réduire volontairement l'ensemble des instances considérées en effectuant des hypothèses structurelles supplémentaires. L'objectif est alors de rendre plus efficaces des méthodes dont la complexité dépend fortement de quelques paramètres ou d'une étape particulière [RI-34]. Une autre option est de considérer la spécificité (souvent implicite) d'instances de problèmes industriels qui présentent rarement un caractère uniforme [RI-35] [RI-17] [RI-38]. Formaliser ou rendre explicite cette hétérogénéité n'est pas nécessairement aisé et ses effets peuvent se révéler dans un premier temps via une étude expérimentale. Idéalement, dans un second temps, son analyse et sa compréhension peuvent permettre l'amélioration des méthodes développées. Parmi les problèmes ciblés par l'équipe AOC on peut citer ceux qui appartiennent à la programmation quadratique (voire polynomiale) en variables booléennes, entières ou mixtes, la programmation fractionnaire, et des problèmes appliqués fortement non-linéaires issus des domaines de l'énergie et du transport. Les contributions de l'équipe sont à la fois théoriques et expérimentales et presque toujours validées par une mise en œuvre informatique. Plusieurs membres de l'équipe ont également proposé des méthodes de décomposition pour l'optimisation non linéaire, notamment [RI-34], [CO-27], [RI-58] et [RI-61]. En ce qui concerne les résultats ob-

tenus par l'équipe [RI-61] pour la génération de matrices pour résoudre des problèmes binaires avec objectif et contraintes quadratiques via une nouvelle méthode de décomposition, nous souhaitons mettre en évidence la décomposition BQP (Boolean Quadratic Polytope). Ces résultats prometteurs permettent d'envisager la résolution exacte de ces problèmes via des approches de type branch-and-price où cette décomposition serait résolue en chaque nœud de l'arbre; de résoudre les sous-problèmes issus de cette décomposition par un algorithme quantique, permettant ainsi d'accélérer par un facteur 1000 la résolution de ces sous problèmes; et enfin de généraliser cette approche pour d'autres problèmes non linéaires.

• Machine learning et optimisation

L'apprentissage d'un réseau de neurones peut être considéré comme une simple interpolation d'une fonction très complexe. Dans de nombreuses applications, il est impossible de décrire la fonction objectif ou les contraintes par une formulation mathématique. Dans ces situations, il est nécessaire de recourir à des outils de boîte noire ou de méta-modélisation. La méta-modélisation est un sous-domaine de l'apprentissage automatique qui consiste à représenter un modèle complexe f par un modèle de substitution plus simple $\hat{f}$ au prix d'une certaine approximation. L'un des avantages de l'utilisation du modèle de substitution est de permettre un calcul plus rapide des nouvelles valeurs de $\hat{f}$, car les simulations sont généralement coûteuses à calculer dans le cadre initial.

Dans [CI-47], nous proposons d'utiliser une nouvelle fonction objectif pour un problème de transport à la demande qui tient compte de l'historique des demandes et de la politique utilisée par l'algorithme de résolution en ligne. L'apprentissage de la fonction objectif n'est qu'une partie du travail. L'étape suivante consiste à essayer de l'optimiser. Dans [CI-47], nous utilisons un algorithme heuristique de recherche locale développé par l'entreprise pour optimiser le méta-modèle appris. Dans le prolongement du travail effectué dans [CI-47], nous avons récemment proposé à la conférence TRISTAN 2022 [CI-51] une généralisation du Dial-a-Ride Problem (DaRP) [1] pour résoudre exactement la planification hors ligne. Le modèle proposé peut être amélioré en prenant mieux en compte l'incertitude des données. Dans [7] nous proposons une méthodologie ad hoc pour mieux estimer la demande, à utiliser dans le modèle proposé dans [CI-51].

Dans [CI-56], nous proposons d'apprendre la fonction qui renvoie son temps de résolution attendu pour une décomposition en cliques donnée. La décomposition en cliques est une technique bien établie pour résoudre les problèmes semi-définis peu denses [5]. Les résultats obtenus sont prometteurs. Ils montrent qu'il est possible d'apprendre une telle fonction, et qu'elle peut être utilisée pour choisir parmi différentes décompositions celle qui est la plus prometteuse.

**Informations
générales sur
l'équipe AOC**

1.2.3 Axe 3 : algorithmes, logiciel et architectures distribués

L'axe 3 étudie les domaines du calcul à hautes performances (HPC), l'environnement d'exécution distribué, l'informatique nuagique (cloud computing) et ses variantes (Edge et Fog Computing), avec des visions de convergence, sur certains aspects, des systèmes. De plus, cet axe étudie la tolérance aux pannes des machines à grand échelle.

• Cloud

Un aspect du travail traite des stratégies et des techniques permettant d'ouvrir la voie à l'exécution d'applications HPC traditionnelles dans le cloud [CI-45]. Nous suivons une direction de recherche qui peut sembler inhabituelle à première vue. En effet, nous nous intéressons à la problématique où l'effort de cloudification est porté sur l'ordonnanceur HPC. En clair, les applications HPC ne sont pas réécrites, mais l'ordonnanceur HPC a été cloudifié. Avec nos travaux, l'ordonnanceur HPC est désormais disponible comme n'importe quel autre service Cloud à la demande. Ensuite, pour compléter ce

1.2 Les thématiques scientifiques et leurs enjeux

saut conceptuel, nous nous sommes intéressés à la problématique de la définition d'un contrôleur pour l'orchestrateur de cloud qui permette l'autoscaling des clusters HPC conteneurisés dans le Cloud[RI-36, **CI-54**]. La solution proposée vise à déclencher la création ou la suppression de nœuds de calcul HPC conteneurisés en fonction des métriques collectées au niveau de la file d'attente du planificateur HPC conteneurisé. En résumé, nous travaillons à l'unification du monde du HPC et du monde du Cloud, ce qui constitue le cœur du travail[CI-12].

Un deuxième aspect porte sur la définition d'algorithmes d'ordonnancement multi-critères pour placer des conteneurs dans les plateformes de Cloud [CI-29, RI-28]. Nous travaillons ici au niveau de la file d'attente des travaux soumis à l'orchestrateur. Une originalité du travail est de ne pas toucher aux composants de l'orchestrateur, mais de compter sur eux, pour définir de nouvelles politiques. Il ne s'agit pas de vouloir faire aussi bien que Kubernetes de Google, car Kubernetes est un projet très vaste. Par contre nous pouvons viser l'ajout de nouvelles fonctionnalités d'orchestration, facilement intégrables dans les variantes de Kubernetes (K8s, K3s, micro-K8s).

**Informations
générales sur
l'équipe AOC**

• Edge et Fog Computing

Pour l'Edge Computing, l'idée ici est d'effectuer une partie des calculs en bordure de réseau (Edge)[CI-4] et d'envoyer un résumé au système Cloud, plutôt que de systématiquement envoyer toutes les données au Cloud, afin d'apprendre sur les données. Le contexte applicatif est le bâtiment intelligent (Smart Building)[CI-21] pour lequel nous avons mis en place des collaborations avec le NII à Tokyo et le LIG (Grenoble)[CI-19]. Un des objectifs a été de mettre en place une méthodologie pour la phase d'exploration de jeux de données issus de bâtiments ainsi que de minimiser le nombre de capteurs à déployer au sein d'un bâtiment afin de garantir un niveau acceptable d'apprentissage.

L'activité en Fog Computing, se déroule depuis un an dans le cadre du projet FogSLA (AMI cloud) avec SMILE, CGI (ex Umanis), Gandi et Nokia pour les industriels. Pour relever le défi de l'orchestration des services de bout en bout sur la base de la qualité de service demandée et de l'accord de niveau de service (SLA), la plate-forme FogSLA s'appuiera sur un "accord de niveau de service dynamique" pour introduire et orchestrer les services de bout en bout.

L'idée est d'introduire et d'orchestrer des configurations flexibles basées sur le contrôle et l'orchestration du niveau fonctionnel. Ainsi, selon ces cas d'utilisation, la plateforme garantira les niveaux d'exécution dans des environnements hétérogènes et renforcera dynamiquement les liens réseau entre les composants en fonction de leurs besoins. Notre partie de travail se concentre sur deux aspects importants : l'optimisation de l'ordonnancement des conteneurs et les aspects liés au routage et au réseau, en collaboration avec le L2TI de l'Université Sorbonne Paris Nord.

• Fault tolerance

Les machines à très grande échelle sont sujettes aux défaillances, car elles sont composées d'un très grand nombre de composants. Ces pannes peuvent être matérielles (par exemple, un nœud de calcul qui surchauffe et s'éteint) ou logicielles (par exemple, un processus accidentellement déordonné suite à un bug de l'ordonnanceur de travaux). Il existe deux approches pour tolérer les défaillances et ainsi permettre aux applications parallèles distribuées de continuer leur exécution sans avoir à repartir du début. L'approche au niveau système est transparente pour l'application : il n'est pas nécessaire de la modifier, c'est l'intergiciel qui s'occupe de sauvegarder périodiquement l'état de l'application en enregistrant des points de reprise et en maintenant la cohérence de l'application distribuée et, en cas de défaillance, de repartir sur un état précédent. L'approche au niveau application est plus spécifique : l'application elle-même prend en compte la tolérance aux défaillances en définissant le comportement à suivre en cas de défaillance. Cette approche est souvent plus efficace, mais elle nécessite de prendre en compte la tolérance aux défaillances dans la conception de l'application.

Nous avons travaillé sur ces deux approches. L'approche au niveau système repose sur deux familles principales d'algorithmes : coordonnés (tous les processus se synchronisent et prennent un point de reprise au même moment) et non-coordonné (les processus prennent leurs points de reprise sans se coordonner, mais on enregistre les messages échangés pour pouvoir les rejouer en cas de retour en arrière). Les algorithmes impliqués reposent généralement sur l'hypothèse de canaux de communications ayant la propriété FIFO : par exemple, quand on fait circuler un marqueur, il ne double pas de message envoyé précédemment, et inversement. Cette hypothèse ne fonctionne pas dans un modèle de communications unilatérales comme celui suivi par OpenSHMEM. Nous avons montré cela avec un contre-exemple, et proposé des algorithmes de prise de point de reprise coordonné fonctionnant dans ce modèle, et implémentables à divers niveaux de la pile de communications [CI-55, CI-50].

• Environnement d'exécution distribué

L'exécution d'une application parallèle sur des ressources distribuées est supportée par un intergiciel distribué qui orchestre l'utilisation de ces ressources : il lance la commande à exécuter sur les ressources, transfère les signaux et les entrées-sorties, monitore l'état de l'application (pour la détection de défaillances et l'analyse de performances), et permet les communications entre les processus. Il forme, avec une bibliothèque de communications à hautes performances, le support d'exécution. Ces deux composants du support d'exécution sont critiques pour les performances des applications parallèles distribuées.

Nous avons travaillé sur l'interface de programmation parallèle OpenSHMEM, [LO-4] qui suit un modèle de communications unilatérales. Le but d'OpenSHMEM est de fournir des communications qui s'implémentent en peu d'instructions machines, pour réduire le plus possible le chemin entre l'API et le matériel réseau. Nous avons implémenté la norme OpenSHMEM[CO-19, CO-12] dans un but de minimisation de ce chemin, en nombre d'instructions et d'indirections. Cette implémentation donne des communications avec une latence très basse. À cette époque, la communauté essayait diverses options d'implémentation parmi lesquelles figuraient également l'utilisation des communications unilatérales de MPI. Nous avons comparé ces implémentations, et notre approche s'est avérée la plus efficace. Aujourd'hui, l'approche que nous avons fournie a été adoptée par la communauté, avec l'initiative OpenUCX pour fournir une pile logicielle très fine tout en étant portable.

Nous avons également travaillé sur les outils d'analyse de performances, comme TAU, en implémentant des interfaces de programmation et un plugin pour les compilateurs de LLVM pour l'implémentation sélective par TAU. Ces travaux font l'objet d'une collaboration à long terme avec l'équipe de développement de TAU, qui se poursuit à travers des contributions à d'autres logiciels de l'écosystème de mesure TAU, ainsi que des concepteurs d'intergiciels.

Informations
générales sur
l'équipe AOC

Références complémentaires

- [1] J.-F. Cordeau. A branch-and-cut algorithm for the dial-a-ride problem. *Operations Research*, 54(3) :573–586, 2006.
- [2] G. Ding, L. Tan, and W. Zang. When is the matching polytope box-totally dual integral? *Mathematics of Operations Research*, 43(1) :64–99, 2018.
- [3] G. Ding, W. Zang, and Q. Zhao. On box-perfect graphs. *Journal of Combinatorial Theory, Series B*, 128 :17–46, 2018.
- [4] L. R. Ford and D. R. Fulkerson. Maximal flow through a network. *Canadian J. Math.*, 8 :399–404, 1956.
- [5] M. Fukuda, M. Kojima, K. Murota, and K. Nakata. Exploiting sparsity in semidefinite programming via matrix completion i : General framework. *SIAM Journal on optimization*, 11(3) :647–674, 2001.
- [6] A. Schrijver. *Combinatorial optimization : polyhedra and efficiency*. Algorithms and combinatorics. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, N.Y., et al., 2003.

1.3 Profil d'activités liées à la recherche

- [7] L. Zigrand, P. Alizadeh, E. Traversi, and R. Wolfler Calvo. Optimization-driven Demand Prediction Framework for Suburban Dynamic Demand-Responsive Transport Systems. In *IJCAI 2023, the 32nd International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 2023.

1.3 Profil d'activités liées à la recherche

Activités (répartir 100 points sur ces 7 items)

Administration et animation de la recherche : pilotage de la recherche (VP, direction d'institut, DAS, par exemple), participation à des instances d'évaluation (CNU, CoNRS, CSS, Hcéres, par exemple), responsabilité de dispositifs Idex ou Isite, direction de projets (ANR, Horizon Europe, ERC, CPER, PIA, France 2030, par exemple), responsabilités éditoriales dans des revues ou collections nationales et internationales. 33

Aide aux politiques publiques et expertise technique : pouvoirs publics aux niveaux européen, national et régional, entreprises, instances internationales comme FAO, OMS, etc. 0

Contribution à l'adossment d'enseignements innovants à la recherche : EUR, SFRI, etc. 0

Dissémination de la recherche : partage de connaissances avec le grand public, médiation scientifique, interface sciences et société 1

Recherche et encadrement de la recherche. 33

Valorisation, transfert, innovation. 33

Autres activités. (à préciser en une ligne maximum).

Informations
générales sur
l'équipe AOC

1.4 Prise en compte des recommandations du précédent rapport

Recommandation La répartition des productions scientifiques est très déséquilibrée entre les membres de l'équipe.

Réponse La production scientifique de l'équipe est un peu déséquilibrée entre les membres. Nous avons mis en place plusieurs mécanismes pour favoriser le travail conjoint et mettre les membres plus fragiles dans les meilleures conditions pour augmenter leur productivité. Parmi les mécanismes, nous pouvons lister : le co-encadrement de doctorant (tous les membres de l'équipe ont co-encadré au moins une thèse), les matinées scientifiques : partage de sujets sur lesquels démarrer éventuellement des collaborations et répondre aux appels externes (ex. le challenge ROADEF). En plus de ces mécanismes, il faut reconnaître que les personnes moins actives en recherche sont des personnes qui sont très investies dans l'enseignement et les responsabilités administratives.

Nous avons plusieurs membres très impliqués dans les responsabilités administratives de l'université, notamment :

- Frédéric Roupin a été directeur de l'Institut Galilée (plus de 3000 étudiants en licence, master et ingénieurs, 7 laboratoires de recherche) de 2017 à juillet 2022.
- Roberto Wolfler Calvo est responsable du pôle Math-STIC (qui regroupe les laboratoires de recherche du LIPN, LAGA et L2TI) depuis 2020.
- Sophie Toulouse a été directrice des études de la spécialité "Informatique" de l'école d'Ingénieurs Sup Galilée de 2009 à 2012 et membre du Conseil d'Administration

1.4 Prise en compte des recommandations du précédent rapport

- Lucas Létocart a été directeur adjoint de l'Institut Galilée en charge des Licences de 2015 à janvier 2020. Lucas Létocart est actuellement directeur adjoint de l'Institut Galilée en charge de l'école d'ingénieur SupGalilée depuis juillet 2022.
- Sylvie Borne est directrice des études de la spécialité informatique à l'école d'ingénieurs Sup Galilée depuis septembre 2009.
- Jean-Christophe Dubacq a été chef du département Informatique de l'IUT de Villetaneuse de 2014 à août 2020 et est actuellement co-directeur des études des deux premières années du BUT informatique en apprentissage à l'IUT de Villetaneuse. Il est aussi président de la commission des locaux de l'IUT depuis 2020.
- Trois membres de l'équipe AOC siègent dans différents conseils centraux de l'Université Sorbonne Paris Nord (un au Conseil d'Administration, un à la Commission Recherche et un à la Commission de la Formation et de la Vie Universitaire).

Informations
générales sur
l'équipe AOC

Recommandation Si l'équipe compte quelques membres très reconnus à l'international, sa visibilité d'ensemble gagnerait à être améliorée

Réponse Nous avons augmenté la visibilité au niveau de l'équipe. Plusieurs indicateurs peuvent en témoigner comme, par exemple, le très bon niveau des candidats aux concours de professeur, de Maître de conférence et de CR CNRS de cette période. Le deuxième indicateur est la capacité à engager des contrats au niveau de l'équipe avec des entreprises et pas seulement au niveau individuel, l'exemple le plus flagrant étant le contrat avec Huawei.

Recommandation La création d'une identité d'équipe ne semble pas totalement aboutie à ce stade; l'échange, puis la collaboration entre les trois axes est à mettre en place et à renforcer.

Réponse Les interactions entre les axes 1 et 2 se sont beaucoup renforcées grâce à l'arrivée de Pierre Fouilhoux car ses thématiques de recherche sont à cheval sur les deux. L'axe 3 interagit avec les autres par l'intermédiaire de projets et de contrats (un BQR, une PEPS et le FUI Wolphin).

Recommandation Les collaborations industrielles existantes devraient aller au-delà de thèses CIFRE, post-docs ou stages.

Réponse Pendant la période 2012-2017 qui vient de s'écouler, nous avons progressé dans le transfert technologique. Nous souhaitons faire remarquer que, pendant la période précédente, les thèses CIFRE avaient été indépendantes et ne concernaient que de contacts épisodiques avec des PME. Pendant la période qui vient de s'écouler (2017-2022), grâce aussi à l'arrivée du nouveau professeur, nous avons pu créer des liens forts et pérennes avec de grandes entreprises françaises et étrangères : EDF, Orange et Huawei.

Recommandation D'autre part, afin de gagner en visibilité à l'échelle mondiale le développement des partenariats internationaux devrait être renforcé

Réponse Nous avons des interactions suivies avec plusieurs pays dont le Mexique (avec en particulier le Tecnológico de Monterrey), l'Italie (relations avec plusieurs universités italiennes), les Emirats Arabes Unis (avec en particulier l'institut de recherche TII) et la Chine. Nos relations avec ces quatre pays/continents ont vocation à perdurer.

Recommandation L'absence d'adossé à un master constitue une difficulté pour le recrutement de doctorants.

Réponse Une des faiblesses de l'équipe est l'absence de Master adossé à ses thématiques de recherche. Cela peut pénaliser le recrutement de bons doctorants, car il faut souvent les chercher à l'étranger, mais, jusqu'à présent, nous avons toujours eu un bon flux d'étudiants de très bon niveau. Nous devrions tirer avantage de la récente mise en place par USPN d'un Master EUR *Mathematic and Computer Science* (M&CS).

1.4 Prise en compte des recommandations du précédent rapport

Recommandation L'encadrement d'une bonne partie des thèses repose sur un seul permanent et il serait opportun de rééquilibrer cette situation

Réponse Au niveau encadrement, nous pouvons nous enorgueillir de 2 HDR soutenues depuis 2017 et de l'arrivée d'un professeur. L'un des HDR a déjà un doctorant à son actif (Mathieu Vallée), de même que le nouveau professeur. Nous avons donc augmenté la capacité d'encadrement car nous sommes passés de trois professeurs et deux HDR à cinq professeurs et trois HDR.

Recommandation Activités de recherche à renforcer publiés/permanent

Réponse Comme nous l'avons fait remarquer auparavant, le nombre des publications a augmenté, car nous sommes passé de 46 à 64 articles de revue et les articles à conférence sont passé de 53 à 55. Il est plus important de noter que les indicateurs sont maintenant à 1,68 et 1,44, articles par personne par an, sans compter les nombre de cosignataires par articles.

Chapitre 2

Introduction du portfolio

Nous présentons dans le portfolio de l'équipe "Algorithmes et Optimisation Combinatoire" (AOC) les 5 articles suivants.

- **Box-total dual integrality, box-integrality, and equimodular matrices.** Article publié dans le journal Mathematical Programming.
- **An exact algorithm for robust influence maximization.** Article publié dans le journal Mathematical Programming.
- **Méthodes de Décomposition Appliquées à des problèmes Non Linéaire.** Article publié dans le journal Mathematical Programming.
- **The Anchor-Robust Project Scheduling Problem.** Article publié dans le journal Operations Research.
- **A Methodology to Scale Containerized HPC Infrastructures in the Cloud.** Article présenté à la conférence Euro-Par.

L'importance de ces documents varie. Le premier est un papier fondamental car il a permis de mettre un point ferme sur certaines questions ouvertes sur les systèmes et les polyèdres Box-TDI et en même temps a ouvert de nouvelles voies de recherche. Le deuxième présente des aspects originaux dans la modélisation des processus de diffusion et présente une approche de résolution articulée et originale car basée sur une chaîne de reformulations. La troisième a permis de mettre un terme à plusieurs questions sur l'interaction et l'implication des approches de décomposition dans le traitement de problèmes quadratiques. Le quatrième est un article fondateur car il propose

l'ancrage comme une approche innovante pour résoudre des problèmes d'optimisation robustes. Le cinquième a reçu le prix Euro-Par car il a montré comment faire du calcul haute performance sur le cloud en utilisant des techniques transparentes pour l'utilisateur et indépendantes du système d'exploitation utilisé.

Introduction du portfolio

Chapitre 3

Auto-évaluation de l'équipe AOC

Sommaire

3.1 Domaine 2. Attractivité	32
3.1.1 Référence 1. L'équipe est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.	32
3.1.2 Référence 2. L'équipe est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.	34
3.1.3 Référence 3. L'équipe est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.	36
3.1.4 Référence 4. L'équipe est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.	37
3.2 Domaine 3. Production scientifique	38
3.2.1 Référence 1. La production scientifique de l'équipe satisfait à des critères de qualité.	38
3.2.2 Référence 2. La production scientifique de l'équipe est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.	38
3.2.3 Publications	39
3.3 Domaine 4. Inscription des activités de recherche dans la société	52

3.1 Domaine 2. Attractivité

- 3.3.1 Référence 1. L'équipe se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique. 52
- 3.3.2 Référence 3. L'équipe partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société. 52
-

3.1 Domaine 2. Attractivité

3.1.1 Référence 1. L'équipe est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.

Le rayonnement de l'équipe AOC se traduit par plusieurs activités qui montrent l'insertion de l'équipe aussi bien au niveau national qu'international. Les membres de l'équipe ont été invités à parler dans plusieurs contextes différents et à différents niveaux : conférences internationales, écoles doctorales internationales, workshops internationaux et colloques nationaux ou locaux.

Plénière internationale

- 2019 52^o Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana à Monterrey ;
2017 Journée Franco-Japanese Days on Combinatorics and Optimization.

Invitations à parler dans une école internationale pour doctorants

- 2022 orateur invité à ELAVIO (Escuela Latinoamericana de Verano en Investigación Operativa) School for PhD à Monterrey ;
2018 2 orateurs invités à Column Generation School.

Invitations à parler dans un Workshop international

- 2023 Column Generation, 2 membres ;
2018 Column Generation, 2 membres ;
2018 Zoli and his work "Zoli is 50 !", Grenoble.

Invitations à parler dans une conférence internationale

- 2023 Semi-Plénière à la ROADEF 2023 ;
2021 European Conference on Operational Research ;
2021 INFORMS Conference ;
2021 Séminaire Polyèdres et Optimisation Combinatoire ;
2018 Cologne Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization ;
2018 International Symposium in Mathematical Programming ;
2018 EURO/ALIO Conference ;
2017 Cologne Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization ;

Colloques locaux

- 2019 Plénière du JFRO, Paris ;
2022 Journée du groupe de travail ATOM du GDR RO du CNRS, Paris ;
2019 Journée du groupe de travail POC du GDR RO du CNRS, Paris.

Invitations internationales

- 2019 À l'université d'Edimbourg ; Ecosse ;
2019 À l'université de Vienne ; Autriche ;
2019 À l'université de Waseda ; Japon ;
2019 Au National SuperComputing Center de Jinan ; China ;
2019 À l'université de Wuhan ; China ;
2019 À l'université de Poznan ; Pologne ;
2018 À l'université de Mascara ; Algérie ;

Table 3.1 Organisation de manifestations scientifiques

Manifestation	Années	Lieu	Rôle
The 19th Annual IFIP International Conference on Network and Parallel Computing (NPC 2022)	2022	Jinan Chine	General co-chair
The International Conference on Future Computational Paradigms (FCP 2022)	2022	Iles Fidji	General co-chair
The 18th Annual IFIP International Conference on Network and Parallel Computing (NPC 2022)	2021	Paris	General co-chair
Triennial Symposium on Transportation Analysis	2022	Mauritius	Membre du comité
Odysseus	2020	Tangier	Membre du comité
Odysseus	2018	Cagliari	co-Organisateur
Column Generation School	2018	Paris	Organisateur
Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire	2021	<i>distanciel</i>	Organisateur
Cologne Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization	2018	Paris	Membre du comité
International Symposium on Combinatorial Optimization	2022	<i>distanciel</i>	Organisateur
Seminaire Polyèdres et Optimisation Combinatoire	2020	<i>distanciel</i>	co-Organisateur
Seminaire Polyèdres et Optimisation Combinatoire	2021	Paris	co-Organisateur
Seminaire Polyèdres et Optimisation Combinatoire	2022	Paris	co-Organisateur
Seminaire Polyèdres et Optimisation Combinatoire	2022	Paris	co-Organisateur
ROADEF	2017-2022		Membre du comité
Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire	2017	Paris	Membre du comité

2018 À l'université de *Tunis* ; Tunsia ;
 2018 À l'université de *Ben Guerir* ; Marocco.
 2018 À l'université Ludwig Maximilian de Munich, Allemagne
 2018, 2019, 2021 Université de *Cagliari* ; Italie
 2018, 2019, 2021 Centre de recherche TII ; Emirates Arabes

Membre d'un jury ou expertise

2023 Expert scientifique pour ANR
 2023 Expert pour Hamad Bin Khalifa University
 2020 Jury pour les prix des thèses de la chancellerie de Paris en sciences ;
 2020 Expert scientifique pour le CNRS
 2020 Expert scientifique projets "ESR 2020" région Nouvelle-Aquitaine
 2019 Jury pour le prix de thèse national PGMO 2019
 2019 Expert scientifique pour le programme STIC-AmSud
 2016 – Expert pour le HCERES

Les membres de l'équipe ont également participé à plusieurs comités d'organisation et de programme tant au niveau national (ROADEF, JPOC) qu'international (Odysseus, TRISTAN, ISCO, CTW, Network and Parallel Computing). Toutes les manifestations auxquelles l'équipe a participé sont reportées dans la Table 3.1.

Le tableau 3.2 montre que les membres de l'équipe font aussi partie de comités éditoriaux de manière permanente et/ou ont été invités ponctuellement à gérer des numéros spéciaux pour des revues de premier plan.

Le Tableau 3.3 montre que l'équipe est largement investie dans les instances de pilotage de la recherche. Nous sommes très impliqués au niveau national (par exemple

3.1 Domaine 2. Attractivité

Table 3.2 Comités éditoriaux

Revue	Années	Rôle
IEEE Transactions on Computers (IEEE TC)		Editorial Board Member
Springer Journal of Cloud Computing		Associate Editor
IEEE Cloud Computing		Member of the advisory committee
Discrete Applied Mathematics	2018	Guest editor
Annals of Operations Research	2018	Guest editor
Networks	2021	Guest editor
Transportations Science	2019	Guest editor
Networks	2018	Guest editor

Table 3.3 Participation aux instances de pilotage de la recherche

Instance de pilotage	Rôle	Periode
Groupe de Recherche Recherche Opérationnel (GDR RO) du CNRS	directeur-adjoint	depuis 2020
Data Intelligence Institute of Paris (DiiP)	executive committee	depuis 2019
Technical Committee of iPOP-UP (integrative Platform for Omics Projects at Université de Paris)	member	depuis 2019
Executive Committee (Conseil de gestion) for the Sorbonne Paris Nord foundation	member	depuis 2019
Board for HPC computing with MAGI cluster at University Sorbonne Paris Nord	chair	depuis 2011
Programme STIC-AmSud 2019	expert scientifique	une fois
Conseil scientifique du GDR-RO, axe Programmation Mathématique Non-Linéaire	membre	depuis 2022
Conseil scientifique PGMO (Programme Gaspard Monge pour l'Optimisation), fondation mathématique Hadamard	membre	depuis 2018
Fédération de recherche MathStic (FR3734) of USPN	directeur	depuis 2020
Fédération de recherche MathStic (FR3734) of USPN	co-responsable Axe 1	2013-2020
Conseil scientifique de l'Université de Technologie de Troyes	membre	depuis 2019

Auto-évaluation de l'équipe AOC

dans le GDR-RO) et local (par exemple avec la fédération MathStic et le cluster de calcul MAGI).

3.1.2 Référence 2. L'équipe est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.

L'équipe recrute les doctorants sur deux sources de financement : ressources propres grâce aux contrats CIFRE et bourses ministérielles. Malgré l'absence d'un Master, l'équipe recrute des doctorants d'excellent niveau et elle a bénéficié d'une bourse ministérielle presque tous les ans pendant les six ans qui se sont écoulés.

Les candidats sont en majorité étrangers et ils sont très bien accompagnés pendant tout le processus de recrutement (relecture de dossier, préparation d'auditions, etc.).

Table 3.4 Prix pour l'activité en recherche

Prix	Date
Best paper award de WCO	2017
Award Recipient of IEEE Technical Committee on Cloud Computing Research Innovation Award	2020
Prix de thèse PGMO	2022
Best Artefact Award	2022

L'équipe a de plus une politique de co-encadrement pour garantir un excellent niveau de recherche et une richesse de points de vue aux doctorants.

L'équipe est particulièrement proactive vis-à-vis de la recherche de candidats. Pour les postes CR CNRS, nous contactons presque chaque année les candidat(e)s présenté(e)s et les incitons à déposer un dossier en mentionnant le LIPN comme unité d'accueil. Nous proposons ensuite une relecture des dossiers. Pour les candidat(e)s auditionné(e)s, nous proposons une simulation d'audition. Le nombre de candidat(e)s est très variable d'une année sur l'autre, mais le mécanisme donne de bons résultats. Par exemple, l'équipe a accompagné dernièrement avec succès la candidature CNRS DR de Claudia D'Ambrosio (promotion) et très récemment la candidature de Sophie Huibert comme CR (classée première au dernier concours). La collaboration avec Claudia a démarré avant le concours CNRS car elle a décidé de se faire accompagner par l'équipe pendant son HDR. Les deux candidatures sont des témoignages évidents que l'attractivité et la visibilité de l'équipe sont remarquables.

L'équipe a aussi une activité soutenue d'invitation de chercheurs étrangers pour consolider des activités déjà entamées ou pour démarrer de nouvelles collaborations. Evidemment, l'activité s'est ralentie pendant le COVID (années 2019-2020), mais nous avons rapidement compensé par des rencontres (séminaires inclus) hebdomadaires en ligne.

• Post-doctorants

- Garraffa Michele, 2016–2017, financement : MathSTIC, encadrement : Létocart & Achir (L2TI)
- Rigonat Désirée, 2016–2017, financement : DecisionBrain , encadrement : Traversi & Wolfler
- Menoueur Tarek, 2017–2018, financement : UMANIS, encadrement :Cérin
- Delle Donne Diego, 2018–2019, financement : MathStic, encadrement :Wolfler & Valencia Pabon (CALIN)
- Bettiol Enrico, 2022–2023, financement : Huawei, encadrement :Wolfler & Lacroix

• Doctorants

Dans les listes suivantes, par souci de concision, seuls les encadrants membres de l'université sont précisés.

Thèses soutenues :

- Pass-Lanneau Adèle, dir. Fouilhoux & Chretienne (LIP6), soutenue en mars 2021, durée : 36 mois, 2 revues et 8 confs, Ingénieure de Recherche à la Direction Générale des Armées (DGA).
- Sliwak Julie, dir. Létocart & Traversi, soutenue en juin 2021, durée : 39 mois, 1 revue et 1 conf, Ingénieure chercheuse GRTgaz.
- Torres Gonzales Daniel, dir. Petrucci & Coti, soutenue en déc. 2021, durée : 39 mois, 4 confs, Research Engineer Inria Paris.
- Chahbar Mohammed, dir. Cerin & Diaz (L2TI), soutenue en nov. 2021, durée : 38 mois, 1 revue et 3 confs, .
- Pan Stefania, dir. Wolfler & Létocart, soutenue en déc. 2018, durée : 36 mois, 2 revues et 2 confs, Consultante Artelys – Italie.
- Nguyen Thi Thanh Huyen, dir. Petrucci & Coti, soutenue en nov. 2018, durée : 44 mois (maternité dans la période), 1 conf, maitre de conférences et chef du département génie logiciel à l'université Hanoi.
- Bettiol Enrico, dir. Létocart & Traversi, soutenue en nov. 2019, durée : 38 mois, 2 revues et 2 confs, Post-doctorant LIPN.
- Lancini Emiliano, dir. Wolfler & Grappe, soutenue en déc. 2019, durée : 39 mois, 3 revues et 1 conf, MCF université Paris Dauphine.

3.1 Domaine 2. Attractivité

- Torres Figueroa Juan José, dir. Wolfler & Traversi, soutenue en juillet 2022, durée : 46 mois, 1 accept. + 1 soum., Saint Gobain.
- Leclercq Etienne, dir. Roupin & Rouveiol (A3), soutenue en oct. 2022, durée : 60 mois, 5 confs., Ingénieur.
- Kissami Imad, dir. Cérin & Benkhaldoun (LAGA), soutenue en fév. 2017, durée : 41 mois, 2 confs, freelance.
- De Melo Da Silva Marcos, dir. Wolfler & Toulouse, soutenue en sep. 2017, durée : 48 mois, 2 revues, Decision Brain.

Thèses en cours :

- Dupont-Bouillard Alexandre, dir. Fouilhoux & Lacroix, depuis 2020.
- Grenèche Nicolas¹, dir. Cérin, depuis 2020.
- Pisanu Francesco, dir. Wolfler & Grappe, depuis 2020.
- Zigrand Louis, dir. Wolfler & Traversi, depuis 2020.
- Demelas Francesco, dir. Wolfler & Lacroix, depuis 2021.
- Vallée Mathieu, dir. Grappe, depuis 2022.
- Schneider Alexis, dir. Fouilhoux & Létocart, depuis 2022.
- Schulz Alexandre, dir. Wolfler & Le Roux (RCLN), depuis 2022.
- Zhang Yue, dir. Létocart & Fouilhoux, depuis 2022.
- Lahmer Seyyidahmed, dir. Cérin & Diaz (L2TI) & Boussetta (L2TI), depuis 2023.

Au total, 12 thèses ont été soutenues pendant la période d'évaluation. On peut constater que la durée moyenne des thèses dans l'équipe est d'environ 41 mois, ce qui est légèrement supérieur à la durée souhaitable. La politique de l'équipe est de viser 39 mois, correspondant à un début en septembre de l'année N et une soutenance en décembre de l'année N + 3. La pandémie de 2020–2022 a eu une influence négative sur la durée des thèses (par exemple, l'École Doctorale Galilée a introduit un dispositif semi-automatique de prolongement de 3 mois des allocations, applicable sur simple demande d'un(e) doctorant(e) en thèse pendant la pandémie). Une seule thèse dépasse largement la durée souhaitée (impactée par la pandémie), deux de très peu (44 mois) et deux un peu plus (48 et 52 mois, cette dernière également impactée par la pandémie). La majorité des thèses (les sept restantes) sont de la durée souhaitée.

Auto-évaluation de l'équipe AOC

• Chercheurs et enseignants-chercheurs invités

- Frangioni Antonio, 2017, Prof invité USPN
- Nannicini, Giacomo, 2017, Prof invité USPN
- Naoum-Sawaya, Joe, 2018, Prof invité MathStic
- Rinaldi, Francesco, 2018, Prof invité USPN
- Baldacci, Roberto, 2018, Prof invité USPN
- Jean-Luc, Gaudiot, 2019, Prof invité USPN
- Cüneyt, Güzelis, 2020, Prof invité USPN
- Ríos-Solís, Yasmín, 2019, 2 semaines
- Bomze, Immanuel, 2019, Prof invité USPN
- Marco, Caserta, 2020, Prof invité USPN
- Ríos-Solís, Yasmín, 2021, Prof invité USPN
- Baldacci, Roberto, 2021, Prof invité USPN
- Baldacci, Roberto, 2022, Prof invité USPN
- Maya Duque, Pablo Andres, 2023, 2 semaines

3.1.3 Référence 3. L'équipe est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.

Le dynamisme et la notoriété de l'équipe ont permis d'obtenir de nombreux projets et contrats de différentes envergures, prouvant ainsi une visibilité nationale et interna-

1. décharge de temps IR par USPN

Table 3.5 Projets de l'équipe

Nom du projet	Années	Source	Montant	Rôle
Exploring the Virtual Network Embedding for 5G network slice design and placement	2022-2025	Orange	130	Porteur
FogSLA	2022-2025	BPI	220	Porteur
Smart Solver	2022-2024	Huawei	200	Porteur
Wolphin	2017-2019	FUI	150	Porteur
Wendelina	2014-2017	FUI	193	Porteur
Résolution des relaxations coniques pour l'optimisation appliquée aux réseaux électriques de grande taille	2018-2021	RTE	130	Participants
Data Mining for improving Dial-a-Ride	2019-2023	PADAM	130	Porteur
Solving workforce scheduling	2016-2019	Horizontal Software	130	Porteur
Optimizing urban transportation planning and management for developing countries	2021-2023	ECONORD	50	Porteur
Parallel Optimization in a Parameter Space (POPS)	2021-2022	PEPS (CNRS)	8	Porteur
Parallel Parametric Linear Programming (PPLip)	2018-2019	BQR	5	Porteur
Graph Learning for Optimization	2022-2023	PGMO	13	Porteur
Graph Learning for Optimization	2021-2022	PGMO	13	Porteur
Optimisation combinatoire pour la simulation numérique d'interfaces	2020-2021	PGMO	6	Porteur
Partitionnement connexe équilibré des Smartgrids	2016-2019	PGMO	6	Porteur
DISTANCIA	2017-2022	ANR		Membre

tionale dans tous les axes de recherche de l'équipe.

Un des points forts de l'équipe est que la recherche de ses financements est très orientée vers le transfert de technologie et donc de recherche de contrats avec des entreprises. La majorité des contrats ont donné lieu à une thèse CIFRE : 5 sur la période.

Les jeunes chercheurs de l'équipe répondent de manière presque systématique aux appels à projets soit internes aux tutelles (comme BQR USPN et PEPS CNRS) soit de différentes institutions (comme la fondation mathématique Jacques Hadamard), avec un excellent taux de réussite, car l'équipe a déposé avec succès plusieurs projets, à savoir : 1 BQR, 4 PGMO, 1 PEPS.

Les membres plus expérimentés et avec des propositions suffisamment solides répondent aux appels multipartenaires de l'ANR ou à des projets FUI. Malheureusement, aucun financement de projets n'a été obtenu de l'ANR sur la période malgré le fait que presque toutes les demandes aient passé la première phase avec succès. Par contre, nous avons obtenu deux FUI sur la période. Les membres de l'équipe participent aussi aux projets ANR multipartenaires en tant que responsables de site (1 proposition financée sur la période).

Auto-évaluation de l'équipe AOC

3.1.4 Référence 4. L'équipe est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.

L'équipe, comme plusieurs autres équipes de recherche en informatique, n'a besoin ni d'acheter ni de produire d'équipement lourd. Côté logiciel, notons la production de logiciels *Open Source* pour la communauté. En particulier, nous avons produit un des meilleurs solveurs pour la programmation semi-définie positive (logiciel BigCrunch, avec un accès libre en ligne) ainsi que la première librairie internationale d'instances pour la programmation quadratique (QPLib).

3.2 Domaine 3. Production scientifique

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Livres	0	0	0	0	0	0	0	0
Chapitres de livre	0	0	1	0	0	0	0	1
Revue internationale	5	14	7	10	14	13	2	65
Autres revues	0	0	0	0	1	1	0	2
Conférences internationales	16	17	7	6	4	6	0	56
Autres communications	8	2	6	2	2	8	0	28
Total	29	33	21	18	21	28	2	152

3.2.1 Référence 1. La production scientifique de l'équipe satisfait à des critères de qualité.

La production scientifique de l'équipe AOC a très bien progressé dans la période 2017-2022. Nous constatons tout d'abord une progression quantitative par rapport à la période 2012-2017 (nous sommes passés de 42 à 64 revues et de 52 à 55 conférences) à effectif constant. Le nouveau professeur est arrivé en 2020, mais en même temps il y a eu un départ à la retraite et deux détachements. Cette augmentation quantitative est naturellement liée à la progression de carrière des Maîtres de Conférence mise en évidence par les deux HDR et une promotion locale professeur.

Plus intéressante et remarquable est l'analyse de la qualité des publications. Plus de 20% des publications sont dans des revues A* (axes 1 et 2) et des conférences A* (axe 3).

Par exemple, huit publications se partagent les revues : *Mathematical Programming*, *Mathematical Programming Computation* et *Operations Research*. Un article a obtenu le très prestigieux prix Euro-Par.

L'avancée scientifique, comme expliqué dans la Section 1.2, nous a permis d'augmenter en visibilité internationale dans plusieurs domaines importants.

Auto-évaluation de l'équipe AOC

3.2.2 Référence 2. La production scientifique de l'équipe est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.

Le nombre total d'ETPT de l'équipe sur la période, limité aux membres permanents et tenant compte de la présence partielle de certains membres, est 37.95. Cela donne, en ne considérant que les publications signées par des permanents :

- $64/37.95 = 1.68$ articles de revue internationale par personne par an ;
- $55/37.95 = 1.44$ articles de conférence internationale par personne par an.

L'analyse des données nous permet de faire remarquer trois choses importantes et significatives de l'équipe AOC :

- La production scientifique de l'équipe repose aussi sur la contribution de ses doctorant(e)s. Sur 12 doctorant(e)s, toutes catégories confondu, ayant soutenu leur thèse pendant la période d'évaluation, tous ont participé à au moins une publication dans une revue ou dans une conférence de premier plan, et le plus souvent deux ou plus.
- Une grande majorité des publications sont co-signées par au moins deux membres de l'équipe. Donc il est utile de souligner que, si chaque article était compté un nombre de fois égal au nombre de membres de l'équipe l'ayant co-signé, les chiffres (1.68 et 1.44) seraient beaucoup plus importants.

- Un certain nombre de membres de l'équipe (entre 20 et 25% selon le moment auquel on compte les effectifs) n'ont pas participé à la production scientifique, en dépit d'un rattachement à temps complet au LIPN tout le long de la période d'évaluation. Les membres non publiants ou peu publiants sont les membres plus impliqués dans des responsabilités collectives et administratives lourdes. Chaque cas est différent, mais les membres qui terminent leur mandat dans une activité administrative lourde sont rapidement intégrés dans des projets d'équipe et/ou dans le co-encadrement de thèse, sauf si c'est une volonté personnelle de réorienter sa carrière vers des directions alternatives à la recherche. Il s'agit en tout cas de choix personnels où l'équipe ne joue pas de rôle.

3.2.3 Publications

Les références :

- comportant « * » sont acceptées et à paraître,
- indiquées sur fond gris sont les productions phare de chaque catégorie,
- en gras constituent les 20% les meilleures de la production scientifique de chaque catégorie.

Signification des soulignements :

- *simple* : enseignant-chercheur ou chercheur titulaire,
- *double* : doctorant,
- *pointillé* : post-doc, ingénieur ou autre situation.

Articles dans des revues avec comité de lecture et chapitres de livres (ACL)

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture sélectif

- 2023** [**RI-65***] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Fouilhoux et A. Pass-Lanneau. The Anchor-Robust Project Scheduling Problem. *Operations Research*, XX :29 pages, 2023.
- [**RI-64**] M. Lacroix, M. Barbato, R. Grappe et E. Lancini. Box-total dual integrality and edge-connectivity. *Mathematical Programming*, 197 :307–336, 2023.
- 2022** [RI-63] R. Baldacci, M. Caserta, E. Traversi et R. Wolfler. Robustness of solutions to the capacitated facility location problem with uncertain demand. *Optimization Letters*, 16(9) :2711–2727, 2022.
- [RI-62] M. Barbato, R. Grappe, M. Lacroix, E. Lancini et R. Wolfler. The Schrijver System of the Flow Cone in Series-Parallel Graphs. *Discrete Applied Mathematics*, 308 :162–167, 2022.
- [RI-61] E. Bettiol, I. Bomze, L. Létocart, F. Rinaldi et E. Traversi. Mining for diamonds - Matrix generation algorithms for binary quadratically constrained quadratic problems. *Computers & Operations Research*, 142 :105735 (12 pages), 2022.
- [RI-60] C. Buchheim et E. Traversi. Convex optimization under combinatorial sparsity constraints. *Operations Research Letters*, 50(6) :632–638, 2022.
- [**RI-59**] C. Cérin, K. Kimura et M. Sow. Data stream clustering for low-cost machines. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 166 :57–70, 2022.
- [**RI-58**] A. Ceselli, L. Létocart et E. Traversi. Dantzig-Wolfe reformulations for binary quadratic problems. *Mathematical Programming Computation*, 14(1) :85–120, 2022.
- [RI-57] S. Choi et M. Vallée. An algorithmic strategy for finding characteristic maps over wedged simplicial complexes. *Pacific Journal of Mathematics*, 320(1) :13–43, 2022.
- [RI-56] S. Choi et M. Vallée. Cohomological rigidity of the connected sum of three real projective spaces. *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics*, 317(1) :178–188, 2022.
- [RI-55] A. Greco et F. Pisanu. Improvements on overdetermined problems associated to the p -Laplacian. *Mathematics in Engineering*, 4(3) :1–14, 2022.
- [RI-54] C. Jiang, Y. Qiu, W. Shi, Z. Ge, J. Wang, S. Chen, C. Cérin, Z. Ren, G. Xu et J. Lin. Characterizing Co-Located Workloads in Alibaba Cloud Datacenters. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 10(4) :2381–2397, 2022.

3.2 Domaine 3. Production scientifique

- [RI-53] A. Khedimi, T. Menouer, C. Cérin et M. Boudhar. A cloud weather forecasting service and its relationship with anomaly detection. *Service Oriented Computing and Applications*, 16(3) :191–208, 2022.
- [RI-52] Y. Li, D. Ou, X. Zhou, C. Jiang et C. Cérin. Scalability and performance analysis of BDPS in clouds. *Computing*, 104(6) :1425–1460, 2022.
- [RI-51] D. Mishra, A. Trotta, E. Traversi, M. Di Felice et E. Natalizio. Cooperative Cellular UAV-to-Everything (C-U2X) communication based on 5G sidelink for UAV swarms. *Computer Communications*, 192(1) :173–184, 2022.
- 2021** [RI-50] L. Alfandari et S. Toulouse. Approximation of the Double Traveling Salesman Problem with Multiple Stacks. *Theoretical Computer Science*, 877 :74–89, 2021.
- [RI-49] P. Alizadeh, E. Traversi et A. Osmani. Deterministic policies based on maximum regrets in MDPs with imprecise rewards. *AI Communications*, 34(4) :229–244, 2021.
- [RI-48] M. Casazza, A. Ceselli et R. Wolfler. A route decomposition approach for the single commodity Split Pickup and Split Delivery Vehicle Routing Problem. *European Journal of Operational Research*, 289(3) :897–911, 2021.
- [RI-47] M. Chahbar, G. Diaz, A. Dandoush, C. Cérin et K. Ghomid. A Comprehensive Survey on the E2E 5G Network Slicing Model. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 18(1) :49–62, 2021.
- [RI-46] P. Chervet, R. Grappe et L.-H. Robert. Box-total dual integrality, box-integrality, and equimodular matrices. *Mathematical Programming*, 188(1) :319–349, 2021.
- [RI-45] C. Coti et A. D. Malony. DiPOSH : A portable OpenSHMEM implementation for short API-to-network path. *Concurrency and Computation : Practice and Experience*, 33(11) :e6179 (20 pages), 2021.
- [RI-44] C. Coti, L. Petrucci, C. Rodriguez et M. Sousa. Quasi-Optimal Partial Order Reduction. *Formal Methods in System Design*, 57 :3–33, 2021.
- [RI-43] D. Delle Donne, F. Furini, E. Malaguti et R. Wolfler. A branch-and-price algorithm for the Minimum Sum Coloring Problem. *Discrete Applied Mathematics*, 303 :39–56, 2021.
- [RI-42] A. Frangioni, S. Pan, E. Traversi et R. Wolfler. A constraints-aware Reweighted Feasibility Pump approach. *Operations Research Letters*, 49(5) :671–675, 2021.
- [RI-41] T. Gschwind, S. Irnich, F. Furini et R. Wolfler. A Branch-and-Price Framework for Decomposing Graphs into Relaxed Cliques. *INFORMS Journal on Computing*, 33(3) :1070–1090, 2021.
- [RI-40] C.-H. Hsu, K. Amilineni, H. Wu, C. Cérin et Y.-C. Chung. A novel scalable network architecture for the evolution of robot swarm networks with dual connectivity application in control-data plane. *Swarm and Evolutionary Computation*, 64 :100889 (11 pages), 2021.
- [RI-39] M. Lacroix, Y. A. Ríos-Solís et R. Wolfler Calvo. Efficient formulations for the traveling car renter problem and its quota variant. *Optimization Letters*, 15(6) :1905–1930, 2021.
- [RI-38] L. Létocart, J. Sliwak, E. Andersen, M. Anjos et E. Traversi. A Clique Merging Algorithm to Solve Semidefinite Relaxations of Optimal Power Flow Problems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 36(2) :1641–1644, 2021.
- [RI-37] G. Nannicini, E. Traversi et R. Wolfler. A Benders squared (B^2) framework for infinite-horizon stochastic linear programs. *Mathematical Programming Computation*, 13(4) :645–681, 2021.
- 2020** [RI-36] H. Abbes, T. Louati et C. Cérin. Dynamic replication factor model for Linux containers-based cloud systems. *The Journal of Supercomputing*, 76(9) :7219–7241, 2020.
- [RI-35] R. Baldacci, A. Lim, E. Traversi et R. Wolfler. Optimal Solution of Vehicle Routing Problems with Fractional Objective Function. *Transport Science*, 54(2) :434–452, 2020.
- [RI-34] E. Bettiol, L. Létocart, F. Rinaldi et E. Traversi. A conjugate direction based simplicial decomposition framework for solving a specific class of dense convex quadratic programs. *Computational Optimization and Applications volume*, 75(2) :321–360, 2020.
- [RI-33] M. Braga, D. Delle Donne, M. S. Escalante, J. L. Marenco, M. E. Ugarte et M. C. Varaldo. The minimum chromatic violation problem : A polyhedral approach. *Discrete Applied Mathematics*, 281 :69–80, 2020.

- [RI-32] C. Coti, D. Monniaux et H. Yu. A task-based approach to parallel parametric linear programming solving, and application to polyhedral computations. *Concurrency and Computation : Practice and Experience*, 33(6) :e6050 (23 pages), 2020.
- [RI-31] F. Furini, I. Ljubic et E. Traversi. Preface : decomposition methods for hard optimization problems. *Annal of Operational Research*, 284(2) :483–485, 2020.
- [RI-30] C. Jiang, Y. Qiu, W. Shi, Z. Ge, J. Wang, S. Chen, C. Cérin, Z. Ren, G. Xu et J. Lin. Characterizing Co-located Workloads in Alibaba Cloud Datacenters. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 10(4) :2381–2397, 2020.
- [RI-29] C. Jiang, T. Fan, H. Gao, W. Shi, L. Liu, C. Cérin et J. Wan. Energy aware edge computing : A survey. *Computer Communications*, 151 :556 – 580, 2020.
- [RI-28] T. Menouer, C. Cérin et C.-H. Hsu. Opportunistic scheduling and resources consolidation system based on a new economic model. *The Journal of Supercomputing*, 76 :9942–9975, 2020.
- [RI-27] G. Nannicini, G. Sartor, E. Traversi et R. Wolfler. An exact algorithm for robust influence maximization. *Mathematical Programming*, 183(1) :419–453, 2020.
- 2019** [RI-26] G. Beck, T. Duong, M. Lebbah, H. Azzag et C. Cérin. A distributed approximate nearest neighbors algorithm for efficient large scale mean shift clustering. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 134 :128–139, 2019.
- [RI-25] D. Cornaz, F. Furini, M. Lacroix, E. Malaguti, R. Mahjoub et S. Martin. The vertex k-cut problem. *Discrete Optimization*, 31(31) :8–28, 2019.
- [RI-24] D. Cornaz, R. Grappe et M. Lacroix. Trader multiflow and box-TDI systems in series-parallel graphs. *Discrete Optimization*, 31(31) :103–114, 2019.
- [RI-23] F. Furini et E. Traversi. Theoretical and computational study of several linearisation techniques for binary quadratic problems. *Annals of Operational Research*, 279(1-2) :387–411, 2019.
- [RI-22] F. Furini, E. Traversi, P. Belotti, A. Frangioni, A. Gleixner, N. Gould, L. Liberti, A. Lodi, R. Misener, H. Mittelmann, N. V. Sahinidis, S. Vigerske et A. Wiegeler. QPLIB : a library of quadratic programming instances. *Mathematical Programming Computation*, 11(2) :237–265, 2019.
- [RI-21] Y. Ngoko, C. Cérin et D. Trystram. Solving Sat in a Distributed Cloud : A Portfolio Approach. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 29(2) :261–274, 2019.
- [RI-20] S. Pan, R. Wolfler Calvo, M. Akplogan, L. Létocart et N. Touati. A dual ascent heuristic for obtaining a lower bound of the generalized set partitioning problem with convexity constraints. *Discrete Optimization*, 33 :146–168, 2019.
- 2018** [RI-19] M. Barbato, R. Grappe, M. Lacroix et C. Pira. Lexicographical polytopes. *Discrete Applied Mathematics*, 240 :3–7, 2018. 6 pages.
- [RI-18] S. Borne, E. Gourdin, O. Klopfenstein et R. Mahjoub. A Branch-and-Cut Algorithm for the Capacitated Multi-Failure Survivable Network Design Problem. *Computers & Industrial Engineering*, 124 :582 – 603, 2018.
- [RI-17] C. Buchheim et E. Traversi. Quadratic Combinatorial Optimization Using Separable Underestimators. *INFORMS Journal on Computing*, 30(3) :424–437, 2018.
- [RI-16] M. Casazza, A. Ceselli, D. Chemla, F. Meunier et R. Wolfler. The multiple vehicle balancing problem. *Networks*, 72(3) :337–357, 2018.
- [RI-15] C. D’Ambrosio, F. Furini, M. Monaci et E. Traversi. On the Product Knapsack Problem. *Optimization Letters*, 12(4) :691–712, 2018.
- [RI-14] M. de Melo da Silva. The Block Retrieval Problem. *European Journal of Operational Research*, 265(3) :931–950, 2018.
- [RI-13] M. de Melo da Silva, S. Toulouse et R. Wolfler. A new effective unified model for solving the Pre-marshalling and Block Relocation Problems. *European Journal of Operational Research*, 271(1) :40–56, 2018.
- [RI-12] F. Furini, M. Monaci et E. Traversi. Exact approaches for the knapsack problem with setups. *Computers & Operations Research*, 90 :208–220, 2018.
- [RI-11] R. Grappe et M. Lacroix. The st-bond polytope on series-parallel graphs. *RAIRO - Operational Research*, 52(3) :923–934, 2018.

3.2 Domaine 3. Production scientifique

- [RI-10] G. Laporte, F. Meunier et R. Wolfler. Shared mobility systems : an updated survey. *Annals of Operational Research*, 271(1) :105–126, 2018.
- [RI-9] L. Létocart, R. Wolfler Calvo et R. Baldacci. Preface : Emerging challenges in transportation planning. *Networks*, 72(3) :309–310, 2018.
- [RI-8] T. Louati, H. Abbes et C. Cérin. LXCloudFT : Towards high availability, fault tolerant Cloud system based Linux Containers. *Journal of Parallel Distributed Computing*, 122 :51–69, 2018.
- [RI-7] T. Louati, H. Abbes, C. Cérin et M. Jemni. LXCloud-CR : Towards Linux Containers Distributed Hash Table based Checkpoint-Restart. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 111 :187–205, 2018.
- [RI-6] W. van Ackooij, J. De Boeck, B. Detienne, S. Pan et M. Poss. Optimizing power generation in the presence of micro-grids. *Eur. J. Oper. Res.*, 271(2) :450–461, 2018.
- 2017** [RI-5] N. Avcu, N. Pekergin, F. Pekergin et C. Güzelis. Aggregation for Computing Multi-Modal Stationary Distributions in 1-D Gene Regulatory Networks. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, 15(3) :813–827, 2017.
- [RI-4] R. Baldacci, S. Ulrich et R. Wolfler. The Vehicle Routing Problem with Transshipment Facilities. *Transport Science*, 51(2) :592–606, 2017.
- [RI-3] A. Bernáth, R. Grappe et Z. Szigeti. Partition constrained covering of a symmetric crossing supermodular function by a graph. *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 31(1) :335–382, 2017.
- [RI-2] V. Denoyel, L. Alfandari et A. Thiele. Optimizing Healthcare Network Design under Reference Pricing and Parameter Uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 263(3) :996–1006, 2017.
- [RI-1] N. Krislock, J. Malick et F. Roupin. Biqcrunch : a semidefinite branch-and-bound method for solving binary quadratic problems. *ACM Transactions on Mathematical Software*, 43(4) :32 :1–23, 2017.

Articles dans des revues nationales ou internationales

- 2022** [RE-2] G. L. Israel, A. De Luca, M. Bachetti, A. Belfiore, P. Esposito, M. Imbrogno, A. Miraval Zanon, F. Pisanu, G. Rodriguez Castillo, R. Salvaterra, A. Tiengo et A. Wolter. The Extragalactic Population of Accreting Neutron Stars and the Ultraluminous X-ray Sources Paradigm : from ULTras to PULSULTras. *Journal of the Italian Astronomical Society*, 93(2) :34–43, 2022.
- 2021** [RE-1] J. Yin, C. Jiang, H. Mino et C. Cérin. Popularity-Aware In-Network Caching for Edge Named Data Network. *Wireless Communication and Mobile Computing*, 2021 :379185 (13 pages), 2021.

Chapitres de livre

- 2019** [CL-1] S. Benbernou, M. Bentounsi, C. Cérin, M. Ouziri, P. Garteiser, L. Abidi, M. Lebbah, H. Azzag et M. Smadja. *A Big Data Platform for Enhancing Life Imaging Activities*, J. Darmon et S. Loudcher, éditeurs, *Utilizing Big Data Paradigms for Business Intelligence*, pages 39–71. IGI Global, 2019.

Communications avec actes (ACT)

Communications dans des conférences internationales avec comité de lecture

- 2022** [CI-56] C. Alizadeh, P. Alizadeh, M. Anjos, L. Létocart et E. Traversi. How to Learn the Optimal Clique Decompositions in Solving Semidefinite Relaxations for OPF. *The 2022 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2022)*, Padua, Italy, July 18-23, 2022, pages 1–8, 2022.
- [CI-55] C. Coti, L. Petrucci et D. A. Torres Gonzalez. A Formal Model for Fault Tolerant Parallel Matrix Factorization. *The 26th IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS'22)*, Hiroshima City, Japan, March 26-30, 2022, pages 62–70, 2022.

- [CI-54] N. Grenèche, T. Menouer, C. Cérin et O. Richard. A Methodology to Scale Containerized HPC Infrastructures in the Cloud. J. Cano et P. Trinder, éditeurs, *The 28th International Conference on Parallel and Distributed Computing (Euro-Par 2022)*, Glasgow, UK, August 22-26, 2022., volume 13440 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 203–217, 2022.
- [CI-53] E. Traversi, I. Zhilin, A. Almarzooqi, A. Alketbi, A. Al Mansoori et G. De Masi. Multi-Agent Routing Optimization for Underwater Monitoring. *The 20th International Conference on Advances in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Complex Systems Simulation (PAAMS 2022)*, L'Aquila, Italy, July 13-15, 2022, volume 13616 de *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, pages 397–409, 2022.
- [CI-52] T. Zhang, D. Ou, Z. Ge, C. Jiang, C. Cérin et L. Yan. Interference-aware Workload Scheduling in Co-located Data Centers. *The 9th IFIP WG 10.3 International Conference on Network and Parallel Computing (NPC 2022)*, Jinan, China, September 24-25, 2022, volume 13615 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 69–82, 2022.
- [CI-51] L. Zigrand, P. Alizadeh, E. Traversi et R. Wolfler Calvo. A Scalable Logic-based Benders Decomposition to Optimize a Dynamic Demand-Responsive Transport System. *The XI TRISTAN Triennial Symposium on Transportation Analysis*, 2022.
- 2021** [CI-50] C. Coti, L. Petrucci et D. A. Torres Gonzalez. Fault-tolerant LU factorisation is low cost. *The 27th International European Conference on Parallel and Distributed Computing (Euro-Par'21)*, Lisbon, Portugal, September 1-3, 2021, volume 12820 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 536–549, 2021.
- [CI-49] T. Menouer, N. Grenèche, C. Cérin et P. Darmon. Towards an Optimized Containerization of HPC Job Schedulers Based on Namespaces. *The 18th IFIP WG 10.3 International Conference on Network and Parallel Computing (NPC 2021)*, Paris, France, November 3-5, 2021, volume 13152 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 144–156, 2021.
- [CI-48] T. Yuan, D. Ou, J. Wang, C. Jiang, C. Cérin et L. Yan. PPCTS : Performance Prediction-Based Co-located Task Scheduling in Clouds. *The 21st International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP 2021)*, Virtual Event, December 3-5, 2021, volume 13157 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 245–257, 2021.
- [CI-47] L. Zigrand, P. Alizadeh, E. Traversi et R. Wolfler Calvo. Machine Learning Guided Optimization for Demand Responsive Transport Systems. *The 2021 Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases (ECML PKDD 2021)*, Bilbao, Spain, September 13-17, 2021, volume 12978 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 420–436, 2021.
- 2020** [CI-46] J. Ben Geloun, C. Coti et A. D. Malony. On-the-fly Optimization of Parallel Computation of Symbolic Symplectic Invariants. *The 19th International Symposium on Parallel and Distributed Computing (ISPD 2020)*, Warsaw, Poland, July 5-8, 2020, pages 102–109, 2020.
- [CI-45] C. Cérin, N. Grenèche et T. Menouer. Towards Pervasive Containerization of HPC Job Schedulers. *The 32nd IEEE International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing (SBAC-PAD 2020)*, Porto, Portugal, September 9-11, 2020, pages 281–288, 2020.
- [CI-44] M. Lacroix, M. Barbato, R. Grappe et E. Lancini. On k-edge-connected Polyhedra : Box-TDIness in Series-Parallel Graphs. *The 6th International Symposium on Combinatorial Optimization (ISCO 2020)*, Montréal, QC, Canada, May 4-6, 2020, volume 12176 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 27–41. Springer, 2020.
- [CI-43] T. Menouer, A. Khedimi et C. Cérin. Smart Network Slices Scheduling in Cloud. *The 5th IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud 2020)*, Washington, DC, USA, November 6-8, 2020, pages 49–54, 2020.
- [CI-42] T. Menouer, A. Khedimi, C. Cérin et M. Chahbar. Scheduling Service Function Chains with Dependencies in the Cloud. *The 9th IEEE International Conference on Cloud Networking (Cloudnet 2020)*, Piscataway, NJ, USA, 9-11 November 2020, pages 1–3, 2020.
- [CI-41] T. Menouer, A. Khedimi, C. Cérin et C. Jiang. Cloud Allocation and Consolidation Based on a Scalability Metric. *The 20th International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP 2020)*, New York City, NY, USA, October 2-4, 2020., volume 12454 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 381–395, 2020.

3.2 Domaine 3. Production scientifique

- 2019**
- [CI-40] M. Chahbar, G. Diaz, A. Dandoush, C. Cérin et K. Ghoumid. NESSMA : Network Slice Subnet Management Framework. *The 10th International Conference on Networks of the Future (NoF 2019), Rome, Italy, October 1-3, 2019*, pages 54–57, 2019.
 - [**CI-39**] C. Coti, D. Monniaux et H. Yu. Parallel parametric linear programming solving, and application to polyhedral computations. *The 19th International Conference on Computational Science (ICCS 2019), Faro, Portugal, June 12-14, 2019*, volume 11540 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 566–572, 2019.
 - [**CI-38**] J. Le Roux, A. Rozenknop et M. Lacroix. Representation Learning and Dynamic Programming for Arc-Hybrid Parsing. *The 23rd Conference on Computational Natural Language Learning (CoNLL 2019), Hong Kong, China, November 3-4, 2019*, pages 238–248, 2019.
 - [CI-37] T. Menouer, C. Cérin et P. Darmon. Accelerated Promethee Algorithm Based on Dimensionality Reduction. *The 6th International Conference on Internet of Vehicles (IOV 2019), Kaohsiung, Taiwan, November 18-21, 2019*, volume 11894 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 190–203, 2019.
 - [CI-36] T. Menouer, C. Cérin, C. Jiang, J. Rivalan et T. Menouer. SAFC : Scheduling and Allocation Framework for Containers in a Cloud Environment. *The 17th International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS 2019), Dublin, Ireland, July 15-19, 2019*, pages 825–832, 2019.
 - [**CI-35**] G. Nannicini, G. Sartor, E. Traversi et R. Wolfler. An Exact Algorithm for Robust Influence Maximization. *The 20th International Conference on Integer Programming and Combinatorial Optimization (IPCO 2019), Ann Arbor, MI, USA, May 22-24, 2019*, volume 11480 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 313–326, 2019.
 - [CI-34] J. Sliwak, M. Ruiz, M. Anjos, L. Létocart et E. Traversi. A Julia module for polynomial optimization with complex variables applied to optimal power flow. *The 2019 IEEE Milan PowerTech (PowerTech 2019), Milan, Italy, June 23-27, 2019*, pages 1–6, 2019.
- 2018**
- [CI-33] O. Ben Maaouia, H. Fkaier, C. Cérin et M. Jemni. Energy-Efficient Strategy for Placement of Online Services on Dynamic Availability Resources in Volunteer Cloud. *2018 IEEE International Conference on Parallel & Distributed Processing with Applications (ISPA 2018), Melbourne, VIC, Australia, December 11-13, 2018*, pages 629–636, 2018.
 - [CI-32] O. Ben Maaouia, H. Fkaier, C. Cérin, M. Jemni et Y. Ngoko. On Optimization of Energy Consumption in a Volunteer Cloud - Strategy of Placement and Migration of Dynamic Services. *The 18th International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP 2018), Guangzhou, China, November 15-17, 2018*, volume 11335 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 388–398, 2018.
 - [CI-31] F. Butelle et C. Coti. Distributed snapshot for rollback-recovery with one-sided communications. *2018 International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS), Orleans, France, July 16-20, 2018*, pages 614–620, 2018.
 - [CI-30] M. Casazza, A. Ceselli et R. Wolfler. A branch and price approach for the Split Pickup and Split Delivery VRP. *Joint EURO/ALIO International Conference 2018 on Applied Combinatorial Optimization (EURO/ALIO 2018), Bologna, Italy, June 25-27, 2018*, volume 69 de *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, pages 189–196, 2018.
 - [CI-29] C. Cérin, T. Menouer et M. Lebbah. Accelerating the Computation of Multi-Objectives Scheduling Solutions for Cloud Computing. *The 8th IEEE International Symposium on Cloud and Service Computing (SC2 2018), Paris, France, November 18-21, 2018*, pages 49–56, 2018.
 - [**CI-28**] C. Coti, S. Evangelista et L. Petrucchi. One-Sided Communications for more Efficient Parallel State Space Exploration over RDMA Clusters. *The 24th International European Conference on Parallel and Distributed Computing (Euro-Par’18), Torino, Italy, August 27-31, 2018*, volume 11014 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 432–446, 2018.
 - [CI-27] C. Coti, S. Evangelista et L. Petrucchi. State Compression Based on One-Sided Communications for Distributed Model Checking. *The 23rd IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS’18), Melbourne, Australia, December 12-14, 2018*, pages 41–50, 2018.
 - [CI-26] J.-F. Culus et S. Toulouse. 2 CSPs All Are Approximable Within a Constant Differential Factor. *The 5th International Symposium on Combinatorial Optimization (ISCO 2018),*

Marrakesh, Morocco, April 11-13, 2018, volume 10856 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 389–401, 2018.

- [CI-25] J.-F. Culus et S. Toulouse. How Far From a Worst Solution a Random Solution of a k CSP Instance Can Be? *The 29th International Workshop on Combinatorial Algorithms (IWoca 2018)*, Singapore, July 16-19, 2018,, volume 10979 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 374–386, Singapore, Singapore, 2018.
- [CI-24] J. David, R. Grappe, M. Lacroix et E. Traversi. Self-sufficient sets in smartgrids. *The Joint EURO/ALIO International Conference 2018 on Applied Combinatorial Optimization (EURO/ALIO 2018)*, Viña del Mar, Chile, April 11–13, 2022, volume 69 de *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, pages 301–308, 2018.
- [CI-23] C. Jiang, Y. Wang, D. Ou, Y. Qiu, Y. Li, J. Wan, B. Luo, W. Shi et C. Cérin. EASE : Energy Efficiency and Proportionality Aware Virtual Machine Scheduling. *The 30th International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing (SBAC-PAD 2018)*, Lyon, France, September 24-27, 2018, pages 65–68, 2018.
- [CI-22] T. Menouer, C. Cérin et E. Leclercq. New Multi-objectives Scheduling Strategies in Docker SwarmKit. *The 18th International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP 2018)*, Guangzhou, China, November 15-17, 2018, volume 11336 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 103–117, 2018.
- [CI-21] T. Menouer, C. Cérin et Y. Ngoko. Efficient scheduling in a smart building. *The 10th International Conference on Management of Digital EcoSystems (MEDES 2018)*, Tokyo, Japan, September 25-28, 2018, pages 80–86, 2018.
- [CI-20] T. Menouer, C. Cérin, W. Saad et X. Shi. A Resource Allocation Framework with Qualitative and Quantitative SLA Classes. *The 24th International European Conference on Parallel and Distributed Computing (Euro-Par 2018)*, Turin, Italy, August 27-31, 2018, volume 11339 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 69–81, 2018.
- [CI-19] Y. Ngoko, N. Saintherant, C. Cérin et D. Trystram. Invited Paper : How Future Buildings Could Redefine Distributed Computing. *The 2018 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops, (PDPSW 2018)*, Vancouver, BC, Canada, May 21-25, 2018, pages 1232–1240, 2018.
- [CI-18] T. T. H. Nguyen, C. Rodriguez, M. Sousa, C. Coti et L. Petrucci. Quasi-Optimal Partial Order Reduction. *The 30th International Conference on Computer Aided Verification (CAV 2018)*, Oxford, UK, July 14-17, 2018, volume 10982 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 354–371, 2018.
- [CI-17] S. Pan, M. Akplogan, N. Touati, L. Létocart, R. Wolfler Calvo et L.-M. Rousseau. A hybrid heuristic for the multi-activity tour scheduling problem. *Joint EURO/ALIO International Conference 2018 on Applied Combinatorial Optimization (EURO/ALIO 2018)*, Bologna, Italy, June 25-27, 2018, volume 69 de *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, pages 333–340. Elsevier, 2018.
- 2017 [CI-16] L. Abidi, C. Cérin et W. Saad. A Deployment System for highly Heterogeneous and Dynamic Environments. *The 2017 IEEE International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS 2017)*, Genova, Italy, July 17-21, 2017, pages 627–634, 2017.
- [CI-15] M. Bekhti, M. Garraffa, N. Achir, K. Boussetta et L. Létocart. Assessment of Multi-UAVs Tracking for Data Gathering. *The 13th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC 2017)*, Valencia, Espagne, June 26-30, 2017, pages 1004–1009, 2017.
- [CI-14] O. Ben Maaouia, C. Cérin, H. Fkaier et M. Jemni. A Novel Optimization Technique for Mastering Energy Consumption in Cloud Data Center. *The 2017 IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA 2017)*, December 12-15, 2017, pages 475–480, 2017.
- [CI-13] O. Ben Maaouia, M. Jemni, H. Fkaier et C. Cérin. Towards optimizing energy consumption in Cloud. *The 2017 International Conference on Engineering & MIS (ICEMIS 2017)*, Monastir, Tunisia, May 8-10, 2017, pages 1–7, 2017.
- [CI-12] F. Benkhaldoun, C. Cérin, I. Kissami et W. Saad. Challenges of Translating HPC codes to Workflows for Heterogeneous and Dynamic Environments. *The 15th International Conference on High Performance Computing and Simulation (HPCS 2017)*, Genoa, Italy July 17–21, 2017, pages 858–863, 2017.

3.2 Domaine 3. Production scientifique

- [CI-11] C. Cérin, J.-L. Gaudiot, M. Lebbah et F. Yuehgoh. Return of experience on the mean-shift clustering for heterogeneous architecture use case. *The 2017 IEEE International Conference on Big Data (BigData 2017)*, Boston, MA, USA, December 11-14, 2017, pages 3499–3507, 2017.
- [CI-10] C. Cérin, T. Menouer, W. Saad et W. Ben Abdallah. A New Docker Swarm Scheduling Strategy. *The 7th IEEE International Symposium on Cloud and Service Computing, (SC2 2017)*, Kanazawa, Japan, November 22-25, 2017, pages 112–117, 2017.
- [CI-9] C. Corro, J. Le Roux et M. Lacroix. Efficient Discontinuous Phrase-Structure Parsing via the Generalized Maximum Spanning Arborescence. *The 2017 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2017)*, Copenhagen, Denmark, September 7–11, 2017, pages 1644 – 1654, 2017.
- [CI-8] C. Coti, E. Leclercq, F. Roupin et F. Butelle. Solving 0-1 Quadratic Problems with Two-Level Parallelization of the BiqCrunch Solver. *The 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS 2017)*, Prague, Czech Republic, September 3-6, 2017, volume 11 de *Annals of Computer Science and Information Systems*, pages 445–452, 2017. (Best Paper Award).
- [CI-7] C. Coti, J.-V. Loddo et E. Viennet. An Overview of the Options Available for Practical Activities in Distributed Computing. *The 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 17)*, Ohrid, Macedonia, Jummy 10-12, 2017, pages 1–2, 2017.
- [CI-6] T. Louati, H. Abbes, C. Cérin et M. Jemni. GC-CR : A Decentralized Garbage Collector Component for Checkpointing in Clouds. *29th International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing (SBAC-PAD 2017)*, Campinas, Brazil, October 17-20, 2017, pages 97–104, 2017.
- [CI-5] T. Menouer et C. Cérin. Scheduling and Resource Management Allocation System Combined with an Economic Model. *The 2017 IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA 2017)*, Guangzhou, China, December 12-15, 2017, pages 807–813, 2017.
- [CI-4] Y. Ngoko et C. Cérin. An edge computing platform for the detection of acoustic events. *The 2017 IEEE International Conference on Edge Computing (EDGE 2017)*, Honolulu, HI, USA, June 25-30, 2017, pages 240–243, 2017.
- [CI-3] Y. Ngoko et C. Cérin. Automated Planner for Energy-Efficient Buildings. *The 10th IEEE Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA 2017)*, Kanazawa, Japan, November 22-25, 2017, pages 147–154, 2017.
- [CI-2] Y. Ngoko et C. Cérin. Reducing the number of comatose servers : automatic tuning as an opportunistic cloud-service. *The 2017 IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2017)*, Honolulu, HI, USA, June 25-30, 2017, pages 487–490, 2017.
- [CI-1] Y. Ngoko, D. Trystram et C. Cérin. A Distributed Cloud Service for the Resolution of SAT. *The 7th IEEE International Symposium on Cloud and Service Computing (SC2 2017)*, Kanazawa, Japan, November 22-25, 2017, pages 1–8, 2017.

Autres articles dans des conférences ou workshops à comité de lecture

- 2022 [CO-28] P. Bendotti, P. Fouilhoux, C. Rottner et T. Vignon. Overlapping decomposition in column generation. *PGMODAYS 2022*, Palaiseau, France, November 29-30, 2022, 2022.
- [CO-27] E. Bettio, L. Létocart, F. Rinaldi et E. Traversi. A simplicial decomposition - Branch and Price for convex quadratic mixed binary problems. *The 18th Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization (CTW 2020)*, Virtual Event, September 14-16, 2020, pages 1–4, 2022.
- [CO-26] L. Closson, C. Cérin, D. Donsez et D. Trystram. Towards a Methodology for the Characterization of IoT Data Sets of the Smart Building Sector. *The 8th IEEE International Smart Cities Conference (ISC2 2022)*, Pafos, Cyprus, September 26-29, 2022, pages 1–7, 2022.
- [CO-25] A. Dupont-Bouillard, P. Fouilhoux, R. Grappe et M. Lacroix. Cut and Price pour le problème de coloration. *23ème congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF 2022)*, Lyon, France, February 23-25, 2022, pages 1–2, 2022.

- [CO-24] P. Fouilhoux, L. Létocart et Y. Zhang. Adding Valid Inequalities within Bi-objective Binary Branch & Bound. *The 2022 Workshop Recent Advances in Multi-Objective Optimization (RAMOO 2022)*, Coimbra, Portugal, September 15, 2022, 2022.
- [CO-23] N. Grenèche et C. Cérin. Autoscaling of containerized HPC Clusters in the Cloud. *The 2022 IEEE/ACM International Workshop on Interoperability of Supercomputing and Cloud Technologies (SuperCompCloud 2022)*, Dallas, TX, USA, November 13-18, 2022, pages 1–7, 2022.
- [CO-22] E. Leclercq, J. Rivalan, F. Roupin et C. Rouveirol. Allocation de ressources par une méthode hybride machine learning - optimisation en contexte de conteneurs. *Extraction et Gestion des Connaissances (EGC 2022)*, Blois, France, 24-28 janvier 2022, volume E-38 de *Revue des Nouvelles Technologies de l'Information*, pages 499–500, 2022.
- [CO-21] A. Pass-Lanneau, P. Bendotti, P. Chrétienne et P. Fouilhoux. Ancrage et robustesse pour le RCPSP : outils exacts et heuristiques. *23ème congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF 2022)*, Lyon, February 23-25, 2022, pages 1–6, 2022.
- 2021** [CO-20] C. Cérin, F. Andrès et D. Geldwerth-Feniger. Towards an emulation tool based on ontologies and data life cycles for studying smart buildings. *The 2021 International Workshop on Big Data in Emergent Distributed Environments in conjunction with the 2021 ACM SIGMOD/PODS Conference (BiDEDE@SIGMOD 2021)*, Virtual Event, China, 20 June, 2021, pages 8 :1–8 :15, 2021.
- [CO-19] C. Coti et A. D. Malony. SKaMPI-OpenSHMEM : Measuring OpenSHMEM Communication Routines. *The 8th Workshop on OpenSHMEM and Related Technologies (OpenSHMEM 2021)*, Virtual Events, Spetmber 14-16, 2021, volume 13159 de *Lecture Notes in Computer Science*, 2021.
- 2020** [CO-18] C. Coti, J. E. Denny, K. Huck, S. Lee, A. D. Malony, S. Shende et J. S. Vetter. OpenACC Profiling Support for Clang and LLVM using Clacc and TAU. *The 2020 IEEE/ACM International Workshop on HPC User Support Tools and Workshop on Programming and Performance Visualization Tools (HUST/ProTools@SC 2020)*, Atlanta, GA, USA, November 18, 2020, pages 38–48, 2020. Workshop de supercomputing.
- [CO-17] J. Sliwak, M. F. Anjos, L. Létocart, J. Maeght et E. Traversi. Improving Clique Decompositions of Semidefinite Relaxations for Optimal Power Flow Problems. *21ème congrès annuel de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF 2020)*, Montpellier, France, 19-21 Février 2020, pages 1–8, 2020.
- 2019** [CO-16] P. Alizadeh, A. Osmani et E. Traversi. Calcul d'une politique déterministe dans un MDP avec récompenses imprécises. *Extraction et Gestion des connaissances (EGC 2019)*, Metz, France, January 21-25, 2019, volume E-35 de *Revue des Nouvelles technologies*, pages 45–56, 2019.
- [CO-15] C. Cérin, W. Saad, C. Jiang et E. Mekni. Where are the Optimization Potential of Machine Learning Kernels? *The 5th International Conference on Big Data Intelligence and Computing (DATACOM 2019)*, Kaohsiung, Taiwan, November 18-21, 2019, pages 130–136, 2019.
- [CO-14] C. Coti, L. Petrucci et D. A. Torres Gonzalez. Fault-tolerant matrix factorisation : a formal model and proof. *The 6th International Workshop on Synthesis of Complex Parameters (SynCoP'19)*, Prague, Czech Republic, April 6-7, 2019, pages 1–4, 2019.
- [CO-13] C. Coti, L. Petrucci et D. A. Torres Gonzalez. Process scheduling on volatile nodes for fault-tolerant linear algebra. *The 3rd Workshop on Data Locality (COLOC'19)*, Göttingen, Germany, August 26, 2019, 2019. (Poster).
- [CO-12] C. Coti et A. D. Malony. On the road to DiPOSH : Adventures in high-performance OpenSHMEM. *The 13th International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics (PPAM 2019)*, Bialystok, Poland, September 8-11, 2019, Revised Selected Papers, volume 12043 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 250–260, 2019.
- [CO-11] T. Menouer, O. Manad, C. Cérin et P. Darmon. Power Efficiency Containers Scheduling Approach Based on Machine Learning Technique for Cloud Computing Environment. *The 16th International Symposium on Pervasive Systems, Algorithms and Networks (I-SPAN 2019)*, Naples, Italy, September 16-20, 2019, pages 193–206, 2019.

3.2 Domaine 3. Production scientifique

- 2018** [CO-10] S. Bejaoui, C. Cérin, T. Menouer et W. Saad. Towards a Two Layers Based Scheduling Schema for Data Aware Strategies. *The 4th IEEE International Conference on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (CyberSciTech 2018)*, Athens, Greece, August 12-15, 2018, pages 1060–1067, 2018.
- [CO-9] L. Létocart, M. Garraffa, M. Bekhti, N. Achir et K. Boussetta. Drones path planning for WSN data gathering : A column generation heuristic approach. *The 2018 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2018)*, Barcelona, France, April 15-18, 2018, pages 1–6, 2018.
- 2017** [CO-8] F. Benkhaldoun, C. Cérin, I. Kissami et W. Saad. HPC as a service for computational fluid dynamics problems. *The 11th International Workshop on Parallel Numerics (PARNUM 2017)*, Waischenfeld, Germany, April 19–21, 2017, pages 8–9, 2017.
- [CO-7] E. Bettiol, L. Létocart, F. Rinaldi et E. Traversi. Simplicial Decomposition for Large Scale Quadratic Convex Programming. *18ème congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF'2017)*, Metz, France, 22-24 Février 2017, pages 1–4, 2017.
- [CO-6] F. Butelle, C. Coti, E. Leclercq et F. Roupin. Une version Multithread du solveur Biq-Crunch. *18ème congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF'2017)*, Metz, France, 22-24 Février 2017, pages 1–2, 2017.
- [CO-5] M. Casazza, A. Ceselli et R. Wolfler Calvo. Inventory rebalancing in bike-sharing systems. *The 15th Cologne Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization (CTW 2017)*, COlogne, Germany, June 6 - 8, 2017, pages 35–38, Köln, Allemagne, 2017.
- [CO-4] A. Durand, Y. Ngoko et C. Cérin. Distributed and in-Situ Machine Learning for Smart-Homes and Buildings : Application to Alarm Sounds Detection. *ParLearning Workshop in conjunction with 2017 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops (IPDPS Workshops 2017)*, Orlando / Buena Vista, USA, May 29, 2017, pages 429–432, 2017.
- [CO-3] F. Furini, T. Gschwind, S. Irnich et R. Wolfler Calvo. Social Network Analysis and Community Detection by Decomposing a Graph into Relaxed Cliques. *The 21st Combinatorial Optimization Workshop, Aussois, France, January 9-13, 2017*, 2017.
- [CO-2] M. Garraffa, J. Malick et F. Roupin. On solving max-mean dispersion to optimality. *18ème congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF'2017)*, Metz, France, 22-24 Février, 2017, pages 1–2, 2017.
- [CO-1] S. Pan, R. Wolfler Calvo, L. Létocart, N. Touati et M. Akplogan. A column generation approach for a multi-activity tour scheduling problem. *18ème congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF'2017)*, Metz, France, 22-24 Février 2017, pages 1–2, 2017.

Édition d'ouvrages collectifs

- 2022** [ED-6] C. Cérin, D. Qian, J.-L. Gaudiot, G. Tan et S. Zuckerman. *Proceedings of the 18th IFIP WG 10.3 International Conference on Network and Parallel Computing (NPC 2021)*, Paris, France, November 3-5, 2021, volume 13152 de *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, 2022.
- 2021** [ED-5] M. Di Francesco, E. Gorgone, R. Wolfler et P. Zuddas. *Special Issue on Freight Transportation and Logistics*, volume 78 de *Networks*. Wiley, 2021.
- [ED-4] F. Furini, A. Lambert, L. Létocart, L. Liberti et E. Traversi. *16th Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization (CTW 2018)*, Paris, France, June 18-20, 2018, volume 296 de *Discrete Applied Mathematics*. Elsevier, 2021.
- 2020** [ED-3] J. André, E. Bourreau et R. Wolfler. *Special Section : ROADEF/EURO Challenge 2016 - Inventory Routing Problem*, volume 54 de *Transport Science*. INFORMS, 2020.
- [ED-2] N. Brauner, C. Artigues, F. Clautiaux et P. Fouilhoux. *La Recherche Opérationnelle*, volume Hors-Série 75 de *Tangente*. 2020.
- 2018** [ED-1] A. M. J. Skulimowski, Z. Sheng, S. Khemiri-Kallel, C. Cérin et C.-H. Hsu. *The 5th International Conference on Internet of Vehicles. Technologies and Services Towards Smart City (IOV 2018)*, Paris, France, November 20-22, 2018, volume 11253 de *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, 2018.

Logiciels et Ressources (LO)

- 2021** [LO-4] C. Coti. SKaMPI 6 : an Extension of a Benchmark for MPI Libraries to support OpenSH-MEM Libraries. <https://github.com/coti/skamp>, 2021.
- 2018** [LO-3] F. Furini, E. Traversi, P. Belotti, A. Frangioni, A. Gleixner, N. Gould, L. Liberti, A. Lodi, R. Misener, H. Mittelman, N. Sahinidis, S. Vigerske et A. Wiegele. QPLIB : A Library of Quadratic Programming Instances. <https://qplib.zib.de/>, 2018.
- [LO-2] J. Sliwak, M. Anjos, L. Létocart, E. Traversi et M. Ruiz. MathProgComplex : A Tool for for polynomial optimization problems with complex variables. <https://github.com/JulieSliwak/mathprogcomplex.jl>, 2018. MIT license.
- 2017** [LO-1] T. T. H. Nguyen, C. Rodríguez et C. Coti. Tool DPU. <https://github.com/cesaro/dpu>, 2017.

Thèses et Habilitations (TH)

Thèses

- 2022** [TH-8] E. Leclercq. Allocation de ressources par une approche hybride apprentissage automatique et optimisation pour l'hébergement et l'infogérance de services web. Thèse, Université Sorbonne Paris Nord, 2022.
- [TH-7] J. J. Torres Figueroa. Algorithms for solving derivative-free optimization over mixed-integer domains. Thèse, Université Sorbonne Paris Nord, 2022.
- 2021** [TH-6] J. Sliwak. Résolution des SDP creux de grande taille issus de relaxations des ACOF. Thèse, Université Sorbonne Paris Nord, 2021.
- 2019** [TH-5] E. Bettiol. Column generation methods for quadratic mixed binary programming. Thèse, Université Sorbonne Paris Nord, 2019.
- [TH-4] E. Lancini. TDIness and Multicuts. Thèse, Université Sorbonne Paris Nord, 2019.
- 2018** [TH-3] S. Pan. Column generation methods for personnel scheduling problems. Thèse, Université Sorbonne Paris Cité, 2018.
- 2017** [TH-2] M. de Melo da Silva. Exact and Heuristic Algorithms for Container Rearrangement and Retrieval Problems at Container Terminals. Thèse, Université Sorbonne Paris Cité, 2017.
- [TH-1] I. Kissami. High Performance Computational Fluid Dynamics on Clusters and Clouds : the ADAPT Experience. Thèse, Université Sorbonne Paris Cité, 2017.

Habilitations

- 2023** [HR-4] E. Traversi. Decompositions and Reformulations for Quadratic Problems. HdR, Université Sorbonne Paris Nord, 2023.
- 2021** [HR-3] R. Grappe. Polyhedra : Some Matricial Perspectives. HdR, Université Sorbonne Paris Nord, 2021.
- 2019** [HR-2] H. Abbes. Contributions à la Gestion Décentralisée des Ressources dans les Environnements de Grilles et Cloud. HdR, Université Sorbonne Paris Nord, 2019.
- 2018** [HR-1] C. D'Ambrosio. Solving well-structured MINLP problems. HdR, Université Sorbonne Paris Nord, 2018.

Rapports de contrats

- 2021** [RC-2] W. Saad et C. Cérin. Présentation de la solution Bridge-ITOPS, 2021.
- 2020** [RC-1] A. Amamou, M. Camey, C. Cérin, J. Rivalan et J. Sopena. Resources management for controlling dynamic loads in clouds environments. The Wolphin project experience. Rapport Technique hal-02481264, Université Sorbonne Paris Nord; Sorbonne Université, 2020.

3.2 Domaine 3. Production scientifique

• Publications antérieures à l'arrivée au LIPN

Les références comportent « ↑ » et correspondent à des publications antérieures à l'arrivée au LIPN, non référencées par ailleurs.

Signification des soulignements :

- *simple* : enseignant-chercheur ou chercheur titulaire,
- *double* : doctorant,
- *pointillé* : post-doc, ingénieur ou autre situation.

Articles dans des revues avec comité de lecture et chapitres de livres (ACL)

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture sélectif

- 2022** [↑RI-10] A.-E. Falq, P. Fouilhoux et S. Kedad-Sidhoum. Dominance inequalities for scheduling around an unrestrictive common due date. *European Journal of Operational Research*, 296(2) :453–464, 2022.
- 2021** [↑RI-9] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Fouilhoux et A. Pass-Lanneau. Dominance-based linear formulation for the Anchor-Robust Project Scheduling Problem. *European Journal of Operational Research*, 295(1) :22–33, 2021.
- [↑RI-8] P. Bendotti, P. Fouilhoux et C. Rottner. Orbitopal fixing for the full (sub)-orbitope and application to the Unit Commitment Problem. *Mathematical Programming*, 186(1-2) :337–372, 2021.
- [↑RI-7] A.-E. Falq, P. Fouilhoux et S. Kedad-Sidhoum. Mixed integer formulations using natural variables for single machine scheduling around a common due date. *Discrete Applied Mathematics*, 290 :36–59, 2021.
- 2020** [↑RI-6] P. Bendotti, P. Fouilhoux et C. Rottner. Symmetry-breaking inequalities for ILP with structured sub-symmetry. *Mathematical Programming*, 183(1-2) :61–103, 2020.
- 2019** [↑RI-5] P. Bendotti, P. Fouilhoux et C. Rottner. On the complexity of the Unit Commitment Problem. *Annals of Operations Research*, 274(1-2) :119–130, 2019.
- 2018** [↑RI-4] P. Bendotti, P. Fouilhoux et S. Kedad-Sidhoum. The Unit-capacity Constrained Permutation Problem. *European Journal of Operational Research*, 268(2) :463–472, 2018.
- [↑RI-3] P. Bendotti, P. Fouilhoux et C. Rottner. The min-up/min-down unit commitment polytope. *Journal of Combinatorial Optimization*, 36(3) :1024–1058, 2018.
- [↑RI-2] P. Fouilhoux, A. Mahjoub, A. Quilliot et H. Toussaint. Branch-and-Cut-and-Price algorithms for the preemptive RCPSP. *RAIRO - Operations Research*, 52(2) :513–528, 2018.
- 2017** [↑RI-1] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Fouilhoux et A. Quilliot. Anchored reactive and proactive solutions to the CPM-scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 261(1) :67–74, 2017.

Communications avec actes (ACT)

Communications dans des conférences internationales avec comité de lecture

- 2020** [↑CI-2] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Fouilhoux et A. Pass-Lanneau. Anchored Rescheduling Problems Under Generalized Precedence Constraints. *The 6th International Symposium on Combinatorial Optimization (ISCO 2020), Montreal, QC, Canada, May 4-6, 2020*, volume 12176 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 156–166, 2020.
- 2019** [↑CI-1] P. Bendotti, P. Fouilhoux et C. Rottner. Sub-Symmetry-Breaking Inequalities for ILP with Structured Symmetry. *20th Conference on Integer Programming and Combinatorial Optimization (IPCO 2019), Ann Arbor, MI, USA, May 22-24, 2019*, volume 11480 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 57–71, 2019.

Autres articles dans des conférences ou workshops à comité de lecture

- 2020** [[†]CO-16] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Foulhoux et A. Pass-Lanneau. Outils de résolution exacte pour l'ancrage de solutions en ordonnancement de projet. *21ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision (ROADEF 2020)*, Montpellier, France, 19-21 Février 2020., Montpellier, France, 2020.
- [[†]CO-15] A.-E. Falq, P. Foulhoux et S. Kedad-Sidhoum. Linear inequalities for neighborhood based dominance properties for the common due-date scheduling problem. *21ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision (ROADEF 2020)*, Montpellier, France, 19-21 Février 2020, pages 1–2, Montpellier, France, 2020.
- 2019** [[†]CO-14] P. Bendotti, L. Brunod-Indrigo, P. Chrétienne, P. Foulhoux et A. Pass-Lanneau. Anchor-Robust Solutions for the Resource-Constrained Project Scheduling Problem. *PGMO Days 2019*, Palaiseau, France, 3-4 Décembre 2019, 2019.
- [[†]CO-13] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Foulhoux et A. Pass-Lanneau. Stabilisation de solutions en optimisation combinatoire par des modèles d'ancrage ; application à l'arbre couvrant. *20ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision (ROADEF 2019)*, Le Havre, France, 19-21 février 2019, 2019.
- [[†]CO-12] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Foulhoux et A. Pass-Lanneau. The Anchor-Robust Project Scheduling Problem. *14th Workshop on Models and Algorithms for Planning and Scheduling Problems (MAPSP)*, Renesse Netherlands, June 2-7, 2019, 2019.
- [[†]CO-11] A.-E. Falq, P. Foulhoux et S. Kedad-Sidhoum. Inégalités linéaires de dominance pour l'ordonnancement juste-à-temps avec date d'échéance commune non restrictive. *11ème Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire (JPOC11)*, Metz, France, 24-28 juin 2019, Metz, France, 2019.
- [[†]CO-10] A.-E. Falq, P. Foulhoux et S. Kedad-Sidhoum. MIP formulations for just-in-time scheduling around a common due-date. *14th Workshop on Models and Algorithms for Planning and Scheduling Problems (MAPSP 2019)*, Renesse, Netherlands, June 2-7, 2019, 2019.
- [[†]CO-9] C. Rottner, P. Bendotti et P. Foulhoux. Breaking structured symmetries and sub-symmetries in Integer Linear Programming. *20ème congrès annuel de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF 2019)*, Le Havre, France, 19-21 Février 2019, Le Havre, France, 2019.
- 2018** [[†]CO-8] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Foulhoux et A. Pass-Lanneau. Ancrage de solutions en ordonnancement PERT. *19ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision (ROADEF 2018)*, Lorient, France, 21-23 février 2018, 2018.
- [[†]CO-7] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Foulhoux et A. Pass-Lanneau. Robust proactive maintenance planning with a deadline. *PGMO Days 2018*, Palaiseau, France, 20-21 Novembre 2018, 2018.
- [[†]CO-6] P. Bendotti, P. Foulhoux et C. Rottner. Breaking full-orbitopal symmetries and sub-symmetries. *The 23rd International Symposium on Mathematical Programming (ISMP 2018)*, Bordeaux, France, July 1-6, 2018, 2018.
- [[†]CO-5] P. Bendotti, P. Foulhoux et C. Rottner. Casser les symétries dans les PLNE à deux indices. *19ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision (ROADEF 2019)*, Lorient, France, 21-23 février 2018, 2018.
- [[†]CO-4] A.-E. Falq, P. Foulhoux et S. Kedad-Sidhoum. Formulations PLNE et dominances pour l'ordonnancement juste-à-temps avec date d'échéance commune. *19ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision (ROADEF 2018)*, Lorient, France 21-23 février 2018, 2018.
- 2017** [[†]CO-3] P. Bendotti, P. Foulhoux et C. Rottner. Aspects polyédraux du Min-up/min-down Unit Commitment Problem. *10ème Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire (JPOC10)*, Villetaneuse, France, 14-16 Juin 2017, Villetaneuse, France, 2017.
- [[†]CO-2] P. Bendotti, P. Foulhoux et C. Rottner. Formulations PLNE et Branch & Cut pour le Min-up/Min-down Unit Commitment Problem. *18ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision (ROADEF 2017)*, Metz, France, 22-24 février 2017, Metz, France, 2017.

3.3 Domaine 4. Inscription des activités de recherche dans la société

[↑CO-1] M. Casazza, P. Fouilhoux, M. Bouet et S. Secci. Securing Virtual Network Function Placement with High Availability Guarantees. *The 2017 IFIP Networking Conference (IFIP Networking) and Workshops, Stockholm, Sweden, June 12-16, 2017*, pages 1–9, Stockholm, Sweden, 2017.

3.3 **Domaine 4. Inscription des activités de recherche dans la société**

3.3.1 **Référence 1. L'équipe se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.**

Comme mis en évidence à plusieurs reprises, l'équipe a la caractéristique très importante et très marquante d'avoir ses trois axes également développés, à savoir : une très forte composante théorique sur les fondamentaux, une composante algorithmique et un très bon niveau de transfert technologique. Sur ce dernier point, remarquons que les thèses CIFRE sont du même niveau que des thèses ayant reçu un financement ministériel et que le montant global des contrats est conséquent.

3.3.2 **Référence 3. L'équipe partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.**

Nous n'avons pas de politique d'équipe sur ce point. Néanmoins, l'arrivée d'un nouveau professeur en 2020 nous permet d'afficher les deux activités listées dans la suite comme implication dans la diffusion de la science dans la société.

- deux articles de vulgarisation scientifique dans le numéro Bibliothèque Tangente consacré à la Recherche Opérationnelle, HS 75, octobre 2021
- interview dans le cadre du programme "Incroyables recherches" de la Cité des sciences et de l'industrie en décembre 2020 (vidéo en ligne sur Youtube, titre "Ma recherche : comment trouver la meilleure combinaison?").

Chapitre 4

Trajectoire de l'équipe AOC

Sommaire

4.1 SWOT	54
4.2 Perspectives sur les prochaines années	55
4.2.1 Graphes box-parfaits	55
4.2.2 Algorithmes de décomposition et apprentissage	56
4.2.3 Optimiser dans l'incertain	56
4.2.4 Numérique responsable	57
4.2.5 Continuum Cloud Edge	58

Depuis sa création en 2010 et au cours des années qui se sont écoulées, l'équipe a recherché et maintenu, grâce aux trois axes de recherche et par leur interaction, un bon équilibre entre l'élaboration de fondements théoriques, leur implémentation algorithmique et leur mise en pratique pour la résolution de problèmes issus du monde industriel.

Au cours de la période précédente, l'équipe a constamment augmenté sa visibilité à tous les niveaux : local, national et international. Nous avons progressé et nous sommes internationalement reconnus dans des domaines variés à forte composante théorique, en particulier sur la caractérisation des systèmes Box-TDI et des polyèdres associés et sur les approches polyédrale.

4.1 SWOT

L'équipe a gagné en visibilité dans le domaine du développement d'algorithmes de résolution de problèmes complexes d'optimisation combinatoire. Elle est plus particulièrement renommée pour les approches basées sur la décomposition et la génération de colonnes, et sur les méthodes de résolution de problèmes non linéaires avec un focus sur problèmes quadratiques.

Enfin, l'équipe est reconnue pour ses compétences dans le développement sur des supports sophistiqués (Cloud, calcul haute performance).

Les résultats sont très visibles à travers l'augmentation du nombre de publications, leur positionnement, le nombre de thèses et de thèses CIFRE en particulier. Les objectifs fixés en 2017 ont été largement atteints.

4.1 SWOT

• Forces et Atouts

- *richesse des thématiques* : ample spectre des thèmes de recherche et des compétences. Ces dernières permettent à l'équipe de valoriser ses résultats théoriques au travers de contrats, réalisations logicielles et collaborations aussi bien avec le milieu académique qu'avec des industriels ;
- *rayonnement* : exceptionnel niveau de publication, en hausse sur la période, dans des revues et des conférences internationales de premier plan ; responsabilités internationales, nationales, et locales ;
- *collaborations* : collaborations au travers de structures (GdR RO, pôle MathStic), ciblées (CERMICS, LIX, INRIA, Bologne et Milan)
- *attractivité* : candidatures internationales de niveau exceptionnel sur les postes d'EC et de CR CNRS, séminaires de l'équipe et invitations ;
- *insertion et contrats de recherche* : plusieurs financements, à la fois académiques (FUI, PGMO, BQR et PEPS) et industriels (PADAM, EDF, Orange, HUAWEI), opportunité pour nos docteurs de travailler dans les milieux académiques ou dans l'industrie ;
- *valorisation de la recherche* : production de plusieurs logiciels *open source*, effort actuel de coordination et de standardisation des productions logicielles de l'équipe pour permettre une meilleure diffusion.

• Faiblesses

- *formation à la recherche* : l'équipe n'est adossée à aucun master uniquement à une école d'ingénieurs ;
- *projet européen* : manque de projets sur la période (mais dépôt prévu), support administratif insuffisant ;
- *manque chronique de personnel permanent CNRS (CR-DR)* : amplifié par un manque de disponibilité pour la recherche (forte pression des responsabilités administratives et pédagogiques).

• Opportunités

- *industrielles* : croissance des besoins des entreprises dans nos domaines d'expertises, et donc possibilités pérennes de trouver des financements ;
- *nouveaux recrutements* : arrivée probable de deux nouveaux membres et développement de nouvelles activités de recherche associées à leur arrivée ;
- *fédération de recherche MathSTIC* : elle contribue à initier et pérenniser des collaborations avec le L2TI et renforcer celles déjà existantes avec le LAGA et avec les autres équipes du LIPN (comme RCLN par exemple).

- **Menaces**

- *HDR* : les départs possibles de membres HDR pourraient déstabiliser l'équipe ;
- *recrutements de doctorants* : si le manque d'un Master adossé perdure, difficulté pour le recrutement des meilleurs doctorants ;

4.2 Perspectives sur les prochaines années

Tout d'abord nous souhaitons continuer à développer nos atouts et les domaines pour lesquels nous sommes visibles et reconnus comme par exemple les approches par décomposition appliquées à des problèmes linéaires et non linéaires en nombres entiers.

Nous souhaitons développer aussi de nouveaux thèmes de recherche comme décrit par la suite. Les lignes de recherche que nous souhaitons mettre en avant sont intéressantes parce qu'ancrées sur nos compétences, mais aussi relevant de nouveaux défis. Nous souhaitons par exemple aborder la relation entre Box-TDI et les graphes parfaits, améliorer les méthodes de décomposition avec l'introduction du machine learning, continuer à développer et étendre le concept de l'ancrage comme pont théorique et applicatif entre robustesse et réoptimisation, nous attaquer au Numérique responsable et enfin développer l'*Edge computing*.

Nous souhaitons de plus signaler que les projets et les perspectives pour les prochaines années sont fortement liés à l'évolution de l'équipe et aux arrivées et départs de ses membres. On peut constater que les départs de la période précédente ont affaibli l'axe 3 ; l'équipe accueillera probablement une chercheuse CNRS et une nouvelle MdC et perdra en revanche probablement deux HDRs.

Ces évolutions pourront nous amener à recentrer l'équipe et les prochains sujets de recherche sur les activités des Axes 1 et 2.

4.2.1 Graphes box-parfaits

Les graphes parfaits sont une classe de graphes où le comportement des stables (ensemble de sommets deux à deux non adjacents) est bien compris, et ont été extrêmement étudiés depuis les années 1950. En 1972, Lovász démontrait ce qui est maintenant connu sous le nom de théorème faible des graphes parfaits : un graphe est parfait si et seulement si son complémentaire l'est aussi. Le point culminant sur ce sujet est le théorème fort des graphes parfaits, publié en 2006 et dû à Maria Chudnovsky, Neil Robertson, Paul Seymour, et Robin Thomas. Ce théorème fournit une caractérisation des graphes parfaits par sous-graphes interdits et résout une conjecture de 1961 due à Berge.

Les graphes box-parfaits sont une sous-classe des graphes parfaits où non seulement les stables se comportent bien, mais aussi les unions de stables. La question de leur caractérisation par sous-graphes interdits est un problème ouvert important du domaine, posé en 1982 par Cameron et Edmonds. Cameron a étudié les relations min-max dans les graphes box-parfaits en 1982. En 2018, Ding et al. ont caractérisé certaines sous-classes des graphes box-parfaits, mais la question de leur caractérisation en général reste largement ouverte.

Nous avons déjà mentionné que nos résultats nous ont permis de réfuter une conjecture de 2018 à leur propos. Il se trouve que, depuis, nos caractérisations des polyèdres box-TDI ont donné deux nouveaux résultats concernant les graphes box-parfaits. Le premier est une caractérisation polyédrale de ces graphes [1]. Le second commence par la remarque que le théorème faible des graphes parfaits ne s'étend pas aux graphes box-parfaits, et nous avons déterminé comment obtenir un théorème faible des graphes box-parfaits dans [2]. Ces résultats permettent deux nouvelles approches pour leur caractérisation : une approche polyédrale, et une approche purement théorie des graphes. La complémentarité de ces deux approches, et les compétences de l'équipe AOC sur

4.2 Perspectives sur les prochaines années

ces sujets, font de la caractérisation de graphes box-parfaits l'une des perspectives importantes des années à venir pour l'axe 1. Mener à terme cette recherche résoudrait complètement un problème ouvert depuis plus de 40 ans.

Cet exemple est emblématique de nos souhaits sur ces thèmes : continuer l'étude des interactions entre polyèdres et objets combinatoires de manière à développer de nouveaux théorèmes min-max forts.

4.2.2 Algorithmes de décomposition et apprentissage

L'équipe AOC est spécialisée depuis de nombreuses années dans le développement d'algorithmes de décomposition efficaces pour la résolution de problèmes linéaires en nombres entiers (génération de colonnes et/ou de contraintes, relaxation Lagrangienne, etc.) [RI-43, RI-37]. Ces algorithmes reviennent à résoudre de manière itérative une relaxation du problème original. Même si la convergence de tels algorithmes est assurée théoriquement, ces derniers peuvent en pratique mettre du temps à converger. Il faut alors développer différentes techniques d'accélération : méthodes de stabilisation, préprocessing, heuristiques de calcul de bornes, algorithmes de filtrage (des colonnes et/ou contraintes à ajouter), etc. Ces techniques d'accélération d'algorithmes exacts sont souvent heuristiques et il est difficile de définir des stratégies qui fonctionnent pour n'importe quelle instance. L'équipe AOC entend travailler sur l'utilisation de l'apprentissage automatique pour l'élaboration de ces techniques d'accélération.

Un des axes de recherche consiste à utiliser l'apprentissage automatique pour l'initialisation des algorithmes de décomposition. Les travaux actuels se focalisent sur l'initialisation du problème maître restreint dans la génération de colonnes (choix des colonnes initiales basé sur une prédiction de leur apparition dans la solution optimale), sur les valeurs initiales des multiplicateurs Lagrangiens dans un algorithme de faisceaux (variante de l'algorithme du sous-gradient), ou sur la décomposition des graphes en cliques pour l'optimisation de problèmes semi-définis creux (dans la continuité des travaux initiés dans [CI-56]).

Un deuxième axe de recherche consiste à utiliser l'apprentissage automatique pour guider la résolution des problèmes résolus à chaque itération. En effet, dans ces algorithmes itératifs, un même problème (tel que le problème de pricing en génération de colonnes par exemple) est résolu un grand nombre de fois. La variation du problème à chaque itération est faible et il est donc possible d'utiliser l'historique des précédentes résolutions pour accélérer la résolution courante. L'apprentissage automatique est une des pistes étudiées pour tirer partie de cet historique.

Ces travaux sont actuellement menés dans l'équipe AOC notamment à travers deux thèses. Un groupe de lecture bimensuel portant sur l'étude d'articles de recherche liant apprentissage automatique et programmation mathématique a par ailleurs été mis en place depuis fin 2022.

4.2.3 Optimiser dans l'incertain

Lors de la résolution d'un problème d'optimisation dans un contexte d'utilisation réelle, il est rare que les données de terrain restent identiques sur une longue période, ou alors qu'elles soient exactement les données fournies au logiciel de résolution. L'exemple le plus naturel est la planification de projet où la durée des tâches à positionner dans la durée du projet peuvent fluctuer au cours du temps ou ne pas être précisément connues à l'avance. Pour autant, il faut prévoir une solution initiale pour répondre à la demande du projet.

Une première question posée par cette résolution dans l'incertain est de pouvoir "ré-optimiser", c'est-à-dire fournir une solution réalisable ou optimale qui tient compte des variations sur les données. Dans [RI-63], l'incertitude sur les données du problème de localisation d'unité de production est abordée de manière classique pour montrer

le limite des approches classique. Dans [↑RI-1, ↑CI-2], il est montré que le problème de réoptimisation de la planification de projet est polynomiale, même en tenant compte des deadlines sur les dates des tâches à fixer.

Dans ce contexte d'incertitude, on emploie le mot *robustesse* pour désigner les approches permettant de fixer une solution initiale ayant la capacité de résister aux incertitudes sur les données. Pour cela, l'espace des incertitudes est supposé connu, par exemple avec un intervalle de variation sur chaque donnée du problème, ainsi qu'une mesure réaliste sur la variation possible de l'ensemble des données. Une approche robuste particulièrement intéressante est de considérer un budget maximal total des variations et de produire ainsi une solution capable de résister à toutes les variations dans l'espace de ce budget. Nous avons proposé le concept d'ancrage permettant de produire une solution initiale qui, au lieu d'être valide pour toute variation peut être corrigée en une solution optimale en opérant un nombre minimum de changements parmi les décisions initiales. Ce nouveau concept a été mise en œuvre dans [↑RI-9, RI-65*] au travers d'une étude de complexité et de techniques algorithmiques basées sur la programmation linéaire qui se sont avérées très performantes par rapport à d'autres approches de robustesse.

Des premiers travaux sont en cours dans l'équipe AOC pour mettre en œuvre ces techniques pour d'autres problèmes de recherche opérationnelle. C'est par exemple particulièrement important dans le cas du principe de slicing qui apparaît dans les protocoles 5G pour les réseaux Télécom. Le slicing consiste à découper et réserver les ressources d'un réseau d'un opérateur entre différents clients en assurant une qualité importante en termes de capacité et de sécurité. Il est important de prévoir à l'avance des répartitions robustes pour résister aux variations de demande tout en assurant une stabilité pour les clients prioritaires (comme par exemple une communication sécurisée entre deux salles d'opérations dans deux hôpitaux distants). Des travaux sont en cours en commençant par l'étude de l'ancrage des multiflots dans un réseau.

Une autre application où l'ancrage est également pertinente est de construire des grilles d'horaires robustes pour les transports publics, en particuliers les bus de villes qui sont soumis à différents aléas concernant le personnel ou la circulation. Maximiser l'ancrage de certains horaires à des stations peut améliorer considérablement la qualité du service public. Une première étude commence dans le cadre d'une collaboration.

Au delà du côté applicatif, l'ancrage s'avère être un concept assez naturel en optimisation combinatoire et les applications citées ci-dessus permettent d'aborder ce concept au travers de différents cadres exacts de l'optimisation multi-niveau et de la programmation mathématique.

4.2.4 Numérique responsable

En 15 ans, le trafic Internet été multiplié par environ 500, de 2002 à 2017¹. Les émissions de CO₂ associées ont été évaluées à 762 millions de tonnes en 2018². Pour éviter les conséquences dramatiques du changement climatique, tous les secteurs de l'économie mondiale, y compris les technologies de l'information et de la communication (TIC), doivent maintenir leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) en conformité avec l'accord de Paris. La littérature contient des estimations des émissions de GES des TIC, qui situent la part des TIC dans les émissions mondiales de GES entre 1,8% et 2,8% en 2021, soit une augmentation de 2,5% par rapport à l'année précédente et 2,8% en 2022³.

Le Cloud Computing, étudié dans l'équipe, qui est l'accès à des ressources distantes via Internet, a un impact important sur le réchauffement climatique. Les centres de données sont par exemple tout particulièrement pointés du doigt même si des efforts importants ont été consentis ces dernières années. Nous pouvons citer la mise en place

1. <https://global-internet-map-2022.telegeography.com/>

2. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-01.pdf>

3. https://www.youtube.com/watch?v=UM3EW01_PUY&t=143s&ab_channel=Jean-MarcJancovici

de rack réfrigérés plutôt que de réfrigérer la salle machine, l'utilisation de processeurs de moins en moins énergivores et la consolidation des serveurs pour éviter de laisser allumé inutilement des équipements.

Nous allons poursuivre le travail entamé en 2022. Ce travail étudie l'impact environnemental des requêtes HTTP, et la partie expérimentale est disponible en ligne⁴. L'idée maîtresse est de plonger le problème dans une problématique de science des données, plutôt que de continuer avec des approches analytiques, comme pour l'EcoIndex⁵. En effet, la science des données se prête plus facilement, par exemple, au traitement d'un grand nombre d'attributs dans les modèles.

4.2.5 Continuum Cloud Edge

Les architectures Cloud et Edge sont les architectures dominantes de ces dernières années. Le Edge peut être vu comme un prolongement du Cloud où certains calculs sont effectués en bordure de réseau, par exemple directement ou au plus près des capteurs produisant des données. On parle alors de continuum et nous proposons de continuer à investir des sujets suivants.

Premièrement, pour le Cloud, nos résultats antérieurs permettent de déployer à la demande tout un écosystème de cluster de calcul, c'est à dire un ordonnanceur, des noeuds de calcul et des applications, au dessus d'un orchestrateur de Cloud, pour nous, Kubernetes. Nous allons pouvoir aider à travailler à la reproductibilité des grandes expériences scientifiques, celles qui tournent sur nos clusters nationaux au CINES par exemple. En effet, dans 15 ans, comment pourrions-nous rejouer une expérience réalisée en 2023 ? Précisément en pouvant redéployer le cluster du CINES disponible en 2023.

Deuxièmement, pour l'Edge, nous proposons deux directions. La première vise à continuer à travailler sur des approches frugales permettant de calculer et d'apprendre sur du matériel disponible en bordure de réseau. Nous avons par exemple mis en place un schéma de clustering en ligne adapté à une machine de type Raspberry. La seconde se placera dans le cadre du projet FogSLA (AMI Cloud Computing, BPI France) où nous avons commencé à travailler sur de l'ordonnancement multi-critères pour les orchestrateurs de l'Edge (K3s et MicroK8s).

Par ailleurs, dans l'environnement de la plateforme FogSLA, plusieurs micro-services coexisteront dans des environnements hétérogènes. Par conséquent, une orchestration des services de bout en bout est nécessaire pour maintenir un contrôle continu des services déployés en fonction de la qualité de service demandée par les cas d'utilisation. Ce point nous amène à la question de savoir comment exprimer dynamiquement les demandes de qualité de service des cas d'utilisation dans un accord de niveau de service (SLA), ce qui pourrait alors être utilisé pour définir des objectifs d'orchestration de bout en bout (SLO). Pour les questions d'orchestration, lorsqu'un objectif est fixé, il existe plusieurs façons de l'atteindre en déployant plusieurs services et, en général, chaque étape introduit des propriétés qui peuvent être plus ou moins attrayantes pour l'objectif. L'une des difficultés réside dans le fait que ces propriétés sont découvertes à la volée et doivent être appliquées dynamiquement. L'examen des questions de SLA pour la 5G du point de vue des SLO et de la dynamique de l'orchestration et du cycle de vie des services reste une question ouverte. Dans la solution FogSLA, le déploiement de micro-services sera basé sur des technologies de conteneurs au niveau du "fog".

Notons que cette dernière partie est conjointement étudiée avec le laboratoire L2TI de l'Université Sorbonne Paris Nord.

Références complémentaires

[1] P. Chervet and R. Grappe. The essence of a box-totally dual integral polytope. *Submitted*.

4. <https://github.com/christophe-cerin/Ecoindex-Revisited>

5. <https://github.com/cnumr/GreenIT-Analysis>

- [2] P. Chervet and R. Graphe. A weak box-perfect graph theorem. *Submitted*.

Partie III
Acronymes

RÉFÉRENCES COMPLÉMENTAIRES

A³	Apprentissage Artificiel et Applications
ANR	Agence Nationale de la Recherche
AOC	Algorithmes et Optimisation Combinatoire
ASPC	Alliance Sorbonne-Paris-Cité
CALIN	Combinatoire, Algorithmique et Interactions
CIFRE	Conventions Industrielles de Formation par la Recherche
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
Complexités	Axe transverse Complexités
DIM	Domaine d'Intérêt Majeur
EA	Equipe d'Accueil
EFL	Labex <i>Empirical Foundations of Linguistics</i>
ENPC	École nationale des ponts et chaussées
ESSEC	Ecole Supérieure des Sciences Economiques et Commerciales
FR	Fédération de Recherche
FUI	Fonds Unique Interministériel
HDR	Habilitation à Diriger des Recherches
IG	Institut Galilée
IUT	Institut Universitaire Technologique
IUTV	IUT de Villetaneuse
L2TI	Laboratoire de traitement et transport de l'information, USPN - EA 3043
LabCom	Laboratoire commun (Appel PIA 4)
LabEx	Laboratoire d'Excellence (appel Grand Emprunt)
LAGA	Laboratoire Analyse, Géométrie et Applications, USPN - UMR 7539
LIPN	Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord, Université Sorbonne Paris Nord - UMR 7030
LoVe	Logique et Vérification
MathSTIC	Fédération de Recherche MathSTIC, Université Sorbonne Paris Nord - FR 3734
MCF	Maître de Conférences
OCAD	Optimisation Combinatoire et Algorithmique Distribuée
PAST	Professeur Associé à Service Temporaire
PU	Professeur des Universités
RCLN	Représentation des Connaissances et Langage Naturel
RFSI	Réseau Francilien en Sciences Informatiques
UMR	Unité Mixte de Recherche
USPN	Université Sorbonne Paris Nord