

PRÉSENTATION DU LABORATOIRE

Le Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle, de Combinatoire et d'Économétrie (L'IFORCE) est composé de :

- 03 Professeurs
- 05 Maîtres de Conférences A
- 11 Maîtres de Conférences B
- 08 Maîtres Assistants
- 04 Docteurs et 10 Doctorants.

Les thèmes de recherche du laboratoire concernent la recherche fondamentale et la recherche appliquée. Son objectif principal est d'apporter l'aide à la prise de décision par une méthodologie scientifique qui aboutira vers la conception de méthodes et d'algorithmes performants pour la résolution de problèmes fortement combinatoires. Les principales missions de notre laboratoire sont :

- La recherche scientifique.
- La recherche-formation.
- La vulgarisation scientifique.
- Le transfert technologique, la valorisation et l'innovation.

Le Laboratoire est structuré en quatre équipes de recherche :

CASDI

- Combinatoire et algorithmique des structures discrètes

SFINA

- Structures Finies et Applications

COMB3A

- De la Combinatoire Algébrique à la Combinatoire Algorithmique et Applications

MMM

- Modélisation Mathématique des Maladies émergentes et réémergentes en Algérie : Dynamique et Contrôle

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle, de Combinatoire et d'Économétrie



SIXIÈME JOURNÉE SCIENTIFIQUE DU
LABORATOIRE L'IFORCE

JOLIFORCE'26

16 AVRIL 2026

SALLE DE CONFÉRENCES : ABDELKADER KHELLADI

COMITÉ DE PROGRAMME

Sadek BOUROUBI Chef de l'équipe COMB3A
Isma BOUCHEMAKH Chef de l'équipe CASDI
Schehrazad SELMANE Chef de l'équipe MMM
Nesrine BENYAHIA-TANI Chef de l'équipe SFINA

COMITÉ D'ORGANISATION

Sadek BOUROUBI (Directeur de L'IFORCE)

Isma BOUCHEMAKH
Schehrazad SELMANE
Nesrine BENYAHIA-TANI
Nawel KAHOUL
Nedjmeddine KANTOUR
Nabil BOUMEDINE
Amina AINOUCHE
Abdelamin LAOUAR

PROGRAMME DE LA JOURNÉE

08h30 - 09h00 : Réception

09h00 - 09h30 : Ouverture

Présidente : Isma BOUCHEMAKH

09h30 - 10h30 : Mohand Ouamer BIBI

Lien dialectique existant entre l'optimisation, l'analyse et l'algèbre

10h40 - 11h00 : Pause-café

Présidente : Schehrazad SELMANE

11h00 - 11h30 : Nesrine BENYAHIA-TANI

Integer Partitions and Their Relationship to Divisors

11h40 - 12h10 : Fatima AFFIF CHAOUICHE

Redundant Domains in Objective Functions

12h20 - 12h50 : Nawel KAHOUL

Cyclic Regularity in Particular Graphs Generalizing Hypercubes

13h00 - 14h00 : Pause déjeuner

Présidente : Fatima AFFIF CHAOUICHE

14h00 - 14h30 : Nedjmeddine KANTOUR

A Hybrid Parallel Method for the Bi-Objective Knapsack Problem

14h40 - 15h10 : Ouafa HAMMOUTENE

Frankl's Conjecture and Maximal Independent Sets

15h20 - 15h50 : Abdelamin LAOUAR

Diamètre des graphes circulants orientés $\vec{C}(n; \pm 1, \pm a)$

16h00 - 16h30 : Pause-café

Présidente : Nesrine BENYAHIA-TANI

16h30 - 17h00 : Nabil BOUMEDINE

Approche Métaheuristique pour l'optimisation du déploiement des antennes 4G

17h10 - 17h40 : Belkacem ZOUILEKH

Neural Exact Large Neighborhood Search for Graph Domination

17h50 : Clôture

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI BOUMEDIENE



Alger, 16 Avril 2026

RECUEIL DES RESUMÉS



JoLIFORCE'2026



LABORATOIRE D'INFORMATIQUE FONDAMENTALE, DE RECHERCHE
OPERATIONNELLE, DE COMBINATOIRE ET D'ÉCONOMÉTRIE



Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire L'IFORCE



Lien dialectique existant entre l'optimisation, l'analyse et l'algèbre

Mohand Ouamer BIBI

Unité LaMOS (Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes),
Université de Béjaïa

mobibi.dz@gmail.com

Résumé : *Dans cet exposé, on fait tout d'abord une introduction historique sur l'idée de l'optimum et sur les problèmes d'optimisation soulevés et traités depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. L'accent est mis sur le fait que les êtres humains ont toujours eu la préoccupation de faire les choses de la meilleure manière pour améliorer leurs conditions de vie et de travail. Ils pratiquent quotidiennement et instinctivement la notion d'optimalité depuis la nuit des temps. De plus, la nature elle-même regorge de phénomènes physiques qui s'expriment par une harmonie qui ne peut être que synonyme du meilleur, du parfait et de l'idéal. En effet, dans les principes variationnels en mécanique et en physique, on constate que la nature choisit toujours le mouvement de manière à résoudre un problème d'extremum. C'est à juste titre que le célèbre Euler a écrit : « Rien ne se passe dans le monde qui ne soit pas la signification d'un certain maximum ou d'un certain minimum ». De nos jours, les systèmes susceptibles d'être décrits par un modèle mathématique sont optimisés afin d'obtenir une configuration idéale, un gain d'effort, de temps, d'argent, d'énergie, de matière première, ou encore une satisfaction. C'est ainsi que différents problèmes d'optimisation se pratiquent dans beaucoup de domaines tels que les systèmes mécaniques, biologiques, financiers ou dans les processus économiques ou technologiques, etc. Le second point abordé dans cet exposé est l'influence remarquable qu'ont exercée les idées d'optimisation sur le développement de l'algèbre et de l'analyse. En effet, la fondation des symboles mathématiques exprimés par les lettres a permis de concevoir et d'élaborer l'analyse des infiniments petits. C'est ainsi qu'on a pu rechercher les solutions des problèmes d'optimisation des fonctions, notamment les longueurs, les surfaces et les volumes. D'où le premier résultat historique de Fermat en dimension finie, établi en 1629 et affirmant que si une fonction dérivable admet un extremum en un point, alors sa dérivée s'annule en ce point. C'est ainsi que la recherche d'un optimum d'une fonction est ramené à rechercher les racines de sa dérivée. Ceci a donné une impulsion vigoureuse dans ce sens, dont l'un des succès est la méthode de Newton, mais débouchant aussi sur la création du corps des nombres complexes, le fameux théorème fondamental de l'algèbre, la théorie de Galois, donnant naissance à son tour à la notion de groupe. D'autre part, les principes variationnels en optique géométrique, en aérodynamique et en mécanique classique, étudiés par Fermat, Newton, Euler et Lagrange ont donné lieu à un nouveau genre de problèmes d'optimisation en dimension infinie où la variable inconnue n'est pas un point, mais une courbe, une surface, un volume, bref une fonction d'une seule ou plusieurs variables. On parle alors d'une fonctionnelle à optimiser et cela a donné une discipline qu'on appelle le calcul des variations, débouchant sur l'équation d'Euler-Lagrange qui est le deuxième*

résultat historique en optimisation après Fermat. Ce dernier a stimulé la recherche sur les solutions des équations différentielles ordinaires ou aux dérivées partielles et leurs méthodes de résolution, tant analytiques que numériques. Concernant cette influence, l'exposé a mis aussi l'accent sur plusieurs concepts mathématiques existants en Arithmétique, en Géométrie, en Algèbre ou en Analyse, élaborés grâce à l'idée de maximum ou de minimum. Dans la dernière partie de l'exposé, on a donné deux exemples de problèmes mathématiques résolus au moyen des outils de l'optimisation : il s'agit du théorème fondamental de l'algèbre et du problème de Dirichlet décrit par une équation aux dérivées partielles. En conclusion, nous avons montré le rôle crucial joué par les problèmes d'optimisation dans le développement des mathématiques et nous avons souligné le lien dialectique existant entre certains concepts mathématiques importants et l'idée de l'optimum. Aujourd'hui, l'optimisation s'est imposée comme théorie importante et indispensable pour résoudre différents problèmes mathématiques de nature théorique ou pratique. Elle consiste en elle-même à résoudre des inéquations au moyen d'algorithmes, tandis que l'algèbre fait plus facilement de même pour les équations.

Mots-clés : *Optimisation ; influence de l'optimisation sur le développement des mathématiques ; l'optimisation comme outil de résolution.*



Integer Partitions and Their Relationship to Divisors

Nesrine BENYAHIA-TANI¹, Sadek BOUROUBI²

^{1,2} Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle,
de Combinatoire et d'Économétrie

¹ Université Alger3

² Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

benyahia.tani.nesrine@univ-alger3.dz, sbouroubi@usthb.dz

Abstract: *An integer partition of n is a representation $n = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k$, $1 \leq \lambda_1 \leq \dots \leq \lambda_k$, and the partition function $p(n)$ counts the number of such representations. The divisor function $d(n)$ counts the number of positive divisors of n . These functions encode important arithmetic information and arise naturally in analytic number theory. Divisor functions appear in Lambert series, while partitions are described by generating functions. Connections between these objects emerge through identities involving series expansions. In this presentation, we investigate relationships between partition-theoretic quantities and divisor functions, and present results illustrating the interplay between additive and multiplicative structures.*

Key words: *Number theory ; integer Partition ; integer divisors ; generating function ; Lambert series ; Euler product ; q -series.*

References

- [1] G.E. Andrews and K. Eriksson, Integer partitions, Cambridge University Press, Cambridge, (2004).
- [2] Benyahia-Tani, Nesrine, Sadek Bouroubi, and Omar Kihel. "An effective approach for integer partitions using exactly two distinct sizes of parts". *Elemente der Mathematik* 72.2 (2017): 66-74.
- [3] A. Charalambos Charalambides, Enumerative Combinatorics, Chapman & Hall/CRC, 2002.
- [4] L. Comtet, Advanced Combinatorics, D.Reided Publishing Company, Dordrecht-Holland/Boston-U.S.A, (1974).
- [5] M. Merca, A note on a classical connection between partitions and divisors, *Ann. Acad. Rom. Sci. Ser. Math. Appl* 15 (2023): 1-2.
- [6] I. Pak, Partition bijections, a survey, *Ramanujan Journal*, 12, 5-75, 2006.
- [7] H. Rademacher, On the partition function $p(n)$, *Proc. London, Math. Soc.* 43, 241-254, 1937.

- [8] R. P. Stanley, Enumerative Combinatorics, Vol. 1, Wadsworth, 1986.
- [9] Thomas E. Mason, On the Representation of an Integer as the Sum Consecutive Integers, The american Mathematical Monthly, Vol. 19, N^o. 3. (Mar., 1912), 46-50.



Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire L'IFORCE



Redundant Domains in Objective Functions

Fatima AFFIF CHAUCHE

Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle,
de Combinatoire et d'économétrie,
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

faffifchaouche@usthb.dz

Abstract: Let (E, \mathcal{A}) be a set system consisting of a finite collection \mathcal{A} of subsets of a ground set E , and suppose that we have a function ϕ which maps \mathcal{A} into some set S . Removing a subset K from E gives a restriction $\mathcal{A}(K)$ to those sets of \mathcal{A} disjoint from K , and we have a corresponding restriction $\phi|_{\mathcal{A}(K)}$ of our function ϕ . If the removal of K does not affect the image set of ϕ , that is $\text{Im}(\phi|_{\mathcal{A}(K)}) = \text{Im}(\phi)$, then we will say that K is a kernel set of \mathcal{A} with respect to ϕ . Such sets are potentially useful in optimisation problems defined in terms of ϕ . The set of all subsets of E that are kernel sets with respect to ϕ is called kernel system and denoted by $\text{Ker}_\phi(\mathcal{A})$. In some cases, the kernel systems have interesting structures, notably matroids.

Key words: Optimization ; objective function ; matroid.

References

- [1] F. Affif Chaouche, C. Rutherford and R. Whitty, Objective functions with redundant domains, *Journal of Combinatorial Optimization*, **26** (2013), 372–384.
- [2] F. R. K. Chung and R. L. Graham, On universal graphs, *Annals of the New York Academy of Sciences*, **319** (1979), 136–140.
- [3] F. R. K. Chung and R. L. Graham, On universal graphs for spanning trees, *Journal of the London Mathematical Society*, **27** (1983), 203–211.
- [4] J. G. Oxley, *Matroid Theory*, Oxford University Press, London, 1992.



Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire L'IFORCE



Cyclic Regularity in Particular Graphs Generalizing Hypercubes

Nawel KAHOUL

Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle,
de Combinatoire et d'Économétrie,

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

kahoul.nawel@yahoo.fr

Abstract: *In 1979, H.M. Mulder introduced the $(0, \lambda)$ -graphs ($\lambda \geq 2$) and established that hypercubes have the maximal order among them and this maximum is only reached when $\lambda = 2$. Later, M. Mollard in 1981 defined a specific case of these graphs, namely $(0, 2)$ -graphs, as graphs where every pair of adjacent edges belongs to a unique 4-cycle; he proved that the hypercubes are those with the largest diameter among them. In 1991, subsequently Mollard generalized the $(0, \lambda)$ -graphs family to that of cycle-regular graphs and established topological and metric results for these graphs similar to those of their predecessors, showing that certain specific cycle-regular graphs have maximal graphs (relative to their order) that are related to hypercubes. We continued the study of these cycle-regular graphs. Relevant results were established and published both within this class as a characterization of the subgraph induced by the two middle levels of a hypercube and within the one we introduced to generalize a specific case.*

Key words: *Hypercubes ; $(0, \lambda)$ -graphs ; cycle regular graphs.*

References

- [1] N. Kahoul, A. Berrachedi. *Cycle-regular graphs of $(0, \lambda)$ -graphs type*, Discrete Math.310, pp. 255–259, (2010).
- [2] M. Mollard, *Les invariants du n-cube*, Thèse 3^{ème} cycle, Université Joseph Fourier, Grenoble, (1981).
- [3] M. Mollard, *Cycle-regular graphs*, Discrete Math.89, pp 29–41, (1991).
- [4] H.M. Mulder, *$(0, \lambda)$ -graphs and n-cubes*, Discrete Math.28, pp 179–188, (1979).
- [5] H.M. Mulder, *The Interval Function of a Graph*, In : Mathematics Centre Tracts, vol. 132, Mathematisch Centrum, Amsterdam, (1980).
- [6] A. Sahraoui, A. Berrachedi, N. Kahoul, *A Study of Cycle Regular Graphs*, The second International Symposium on Operational Research ISOR 2011, Algiers, from 31st of May to 02nd of June (2011).



Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire L'IFORCE



A Hybrid Parallel Method for the Bi-Objective Knapsack Problem

Nedjmeddine KANTOUR

Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle,
de Combinatoire et d'Économétrie,

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

kantouredjm@gmail.com

Abstract: *Recently, there has been a noticeable tendency in research for combinatorial optimization issues toward the hybridization of metaheuristics with other optimization techniques. On the other hand, parallel conception of multiobjective evolutionary algorithms (MOEAs) provides significant enhancements in terms of efficiency and effectiveness. In this work, we propose a hybrid parallel multiobjective evolutionary algorithm for the multiobjective objective knapsack Problem (MOKP). The suggested approach can be considered as an enhanced parallel heuristic variant of Two-phase method with an intermediate step for reducing the problem's.*

Key words: *Two-phase method ; parallel multiobjective evolutionary algorithms ; search space reduction ; multiobjective knapsack problem.*

References

- [1] ANEJA, Yash P., NAIR, Kunhiraman P. K. Bicriteria transportation problem. *Management Science*, 1979, vol. 25, no 1, p. 73–78.
- [2] BAZGAN, Cristina, HUGOT, Hadrien, VANDERPOOTEN, Daniel. Solving efficiently the 0–1 multi-objective knapsack problem. *Computers & Operations Research*, 2009, vol. 36, no 1, p. 260–279.
- [3] DAOUD, Malika, CHAABANE, Djamel. New reduction strategy in the biobjective knapsack problem. *International Transactions in Operational Research*, 2018, vol. 25, no 6, p. 1739–1762.
- [4] GEOFFRION, Arthur M. Proper efficiency and the theory of vector maximization. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 1968, vol. 22, no 3, p. 618–630.
- [5] KARP, Richard M. Reducibility among combinatorial problems. In: MILLER, R. E., THATCHER, J. W. (eds.). *Complexity of Computer Computations*. New York: Plenum Press, 1972, p. 85–103.



Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire L'IFORCE



Frankl's Conjecture and Maximal Independent Sets

Ouafa HAMMOUTENE¹, Fatima AFFIF CHAOUICHE², Bachir SADI¹

¹ Laboratoire de Recherche Opérationnelle et de Mathématiques de Décision,
Mouloud Mammeri University of Tizi Ouzou

² Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle,
de Combinatoire et d'Économétrie,
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

ouafa.hammoutene@gmail.com, f_affif@yahoo.fr, bachir.sadi@umttdz.dz

Abstract: *Peter Frankl conjectured in 1979 that in a family of union-stable sets, there exists an element that belongs to at least half the sets of the family. The graph formulation of the conjecture formulated by Bruhn et al., in 2013, asserts that in a bipartite graph there exists a vertex that belongs to at most half of all the maximal independent sets of the graph. In an effort to find new classes of graph that verify the graph formulation of Frankl's conjecture, we consider in this work even cycles. We present a novel way to enumerate maximal independent sets in even cycles. We also present new bounds to the number of maximal independent sets as well as the number of maximal independent sets that contain a given vertex.*

Peter Frankl conjectured in 1979 that in a family of union-stable sets, there exists an element that belongs to at least half the sets of the family. The graph formulation of the conjecture formulated by Bruhn et al., in 2013, asserts that in a bipartite graph there exists a vertex that belongs to at most half of all the maximal independent sets of the graph. In an effort to find new classes of graph that verify the graph formulation of Frankl's conjecture, we consider in this work even cycles. We present a novel way to enumerate maximal independent sets in even cycles. We also present new bounds to the number of maximal independent sets as well as the number of maximal independent sets that contain a given vertex.

Key words: *maximal independent sets, even cycles, union closed sets conjecture maximal independent sets, even cycles, union closed sets conjecture*

References

- [1] R. Bisdorff, J.-L. Marichal, *Counting non-isomorphic maximal independent sets of the n -cycle graph*, Journal of Integer Sequences, Volume 11, pp. 463–470, (2008).
- [2] H. Bruhn, P. Charbit, O. Schaudt, J. A. Telle, *The graph formulation of the union-closed sets conjecture*, European Journal of Combinatorics, Volume 01, No 1, pp. 1–10, (2015).
- [3] H. Bruhn, O. Schaudt, *The journey of the union-closed sets conjecture*, Graphs and Combinatorics, (2013).

- [4] Z. Füredi, *The number of maximal independent sets in connected graphs*, Journal of Graph Theory, Volume 11, pp. 463–470, (1987).
- [5] M.R. Garey, D.S. Johnson, *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*, W.H. Freeman & Co., New York, (1979).
- [6] J.R. Griggs, C.M. Grinstead, D. Guichard, *The number of maximal independent sets in a connected graph*, Discrete Mathematics, Volume 68, pp. 211–220, (1988).
- [7] J.W. Moon, L. Moser, *On cliques in graphs*, Israel Journal of Mathematics, Volume 03, pp. 23–28, (1965).
- [8] B. Poonen, *Union-closed families*, Journal of Combinatorial Theory, Volume 59, pp. 256–268, (1992).
- [9] B.E. Sagan, *A note on independent sets in trees*, SIAM Journal on Discrete Mathematics, Volume 01, pp. 105–108, (1988).
- [10] N.J.A. Sloane, *A Handbook of Integer Sequence*, Academic Press, (1973).
- [11] H.S. Wilf, *The number of maximal independent sets in a tree*, SIAM Journal on Algebraic Discrete Methods, Volume 07, pp. 125–130, (1986).



Diamètre des graphes circulants orientés $\vec{C}(n; \pm 1, \pm a)$

Abdelamin LAOUAR¹, Isma BOUCHEMAKH¹, Éric SOPENA²

¹ Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle,
de Combinatoire et d'économétrie,
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

² Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, LaBRI, UMR5800, F-33400 Talence, France

a.laouar@usthb.dz i.bouchemakh@usthb.dz eric.sopena@u-bordeaux.fr

Résumé : Le graphe circulant orienté $\vec{C}(n; \pm 1, \pm a)$ est défini sur les sommets $\{v_0, v_1, \dots, v_{n-1}\}$, où chaque sommet v_i possède deux arcs sortants : vers $v_{(i+1) \bmod n}$ ou $v_{(i-1) \bmod n}$, et vers $v_{(i+a) \bmod n}$ ou $v_{(i-a) \bmod n}$. Selon le choix des signes, on obtient quatre familles distinctes : $\vec{C}(n; +1, +a)$, $\vec{C}(n; +1, -a)$, $\vec{C}(n; -1, +a)$ et $\vec{C}(n; -1, -a)$. Les cas $\vec{C}(n; +1, +a)$ et $\vec{C}(n; -1, -a)$ sont isomorphes (graphes miroirs), de même que $\vec{C}(n; +1, -a)$ et $\vec{C}(n; -1, +a)$, ce qui ramène l'étude à deux cas arithmétiquement distincts : $\vec{C}(n; 1, +a)$ et $\vec{C}(n; 1, -a)$. Ces graphes modélisent les réseaux d'interconnexion à double boucle (double-loop networks), dont le diamètre — maximum des distances orientées entre paires de sommets — représente le délai maximal de communication et constitue le paramètre clé de leur efficacité. La détermination exacte de ce diamètre est le problème central de ce travail. Grâce à la sommet-transitivité, tous les sommets ont la même excentricité, ce qui ramène le calcul à $\text{diam} = e(v_0) = \max_j d(v_0, v_j)$. Atteindre v_j depuis v_0 revient alors à trouver $x, y \geq 0$ minimisant $x + y$ sous la contrainte $x \pm y \cdot a \equiv j \pmod{n}$. La positivité de x et y implique que pour rattraper un sommet dépassé, il faut parfois effectuer un ou plusieurs tours complets du cycle — déterminer le nombre exact de ces tours est précisément ce qui rend le problème difficile. En posant $n = qa + r$, $0 \leq r < a$, le comportement du diamètre varie selon les relations entre n , a , q et r , nécessitant une analyse au cas par cas. Nous donnons une formule exacte du diamètre pour chacun de ces cas.

Mots-clés : graphes circulants orientés, diamètre, réseaux à double boucle, digraphes vertex-transitifs, distance.

Références

- [1] B. Chen, W. Xiao and B. Parhami, *Diameter formulas for a class of undirected double-loop networks*, *Journal of Interconnection Networks*, **6** (2005), 1–15.
- [2] A. Laouar, I. Bouchemakh and É. Sopena, *On the broadcast independence number of circulant graphs*, *Discrete Mathematics, Algorithms and Applications*, **16**(5) (2024), 2350053.
- [3] A. Laouar, I. Bouchemakh and É. Sopena, *Broadcast independence number of oriented circulant graphs*, *Discrete Mathematics, Algorithms and Applications*, (2025), 2550113.

- [4] R. R. Lewis, *The degree-diameter problem for circulant graphs of degrees 10 and 11*, *Discrete Mathematics*, **341** (2018), 2553–2566.
- [5] L. Loudiki and M. Kchikech, *Diameter of circulant graphs $C_n(1, a)$* , *Algorithms*, **18**(1) (2025).
- [6] J. Marklof and A. Strömbergsson, *Diameters of random circulant graphs*, *Combinatorica*, **33** (2013), 429–466.
- [7] E. A. Monakhova, *A survey on undirected circulant graphs*, *Discrete Mathematics, Algorithms and Applications*, **4**(1) (2012), 1250002.
- [8] J. Žerovnik and T. Pisanski, *Computing the diameter in multiple-loop networks*, *Journal of Algorithms*, **14** (1993), 226–243.



Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire L'IFORCE



Approche métaheuristique pour l'optimisation du déploiement des antennes 4G

Nabil BOUMEDINE

Laboratoire d'Informatique Fondamentale, de Recherche Opérationnelle,
de Combinatoire et d'Économétrie,
Université de Boumerdès

nboumedine@usthb.dz

Résumé : Cette présentation porte sur l'optimisation du placement des antennes 4G dans la wilaya de Boumerdès, afin de maximiser la couverture réseau et de réduire les zones sans signal, grâce à une méthode métaheuristique performante. Dans ce contexte, un algorithme de recuit simulé amélioré a été développé et appliqué à des données géographiques réelles fournies par Algérie Télécom. Cette méthode permet d'optimiser la distribution des antennes selon plusieurs scénarios représentatifs, notamment une zone vierge, une zone réelle ainsi que l'extension d'un réseau existant. Les résultats obtenus mettent en évidence une amélioration notable de la couverture réseau, accompagnée d'une réduction des interférences et du nombre d'antennes déployées. Ces performances confirment l'efficacité du recuit simulé pour la résolution de problèmes complexes liés à la planification des réseaux de télécommunications. Ce travail constitue ainsi une contribution pertinente en recherche opérationnelle et en ingénierie des télécommunications, en proposant un modèle d'optimisation à la fois robuste, pratique et reproductible. Il ouvre également des perspectives d'application à d'autres régions et aux technologies de nouvelle génération, telles que la 5G.

Mots-clés : Optimisation ; couverture réseau ; zones blanches ; recuit simulé ; métaheuristique ; réseaux 4G/LTE ; Algérie Télécom.

Références

- [1] ARPT Algérie, *Réglementation sur les réseaux mobiles et les antennes relais*, 2023. Disponible sur : <https://www.arpt.dz>.
- [2] C. A. Balanis, *Antenna theory: analysis and design*, 4th ed., Wiley, 2016.
- [3] E. Dahlman, S. Parkvall and J. Sköld, *5G NR: the next generation wireless access technology*, 2nd ed., Academic Press, 2020.
- [4] Ericsson, *LTE overview: LTE and the evolution to 4G wireless*, 2022. Disponible sur : <https://www.ericsson.com>.
- [5] International Telecommunication Union, *Bridging the digital divide*, Technical report, ITU, 2020.

- [6] A. F. Molisch, *Wireless communications*, 2nd ed., Wiley-IEEE Press, 2012.
- [7] M. Sauter, *From GSM to LTE-advanced pro and 5G: an introduction to mobile networks and mobile broadband*, 4th ed., Wiley, 2021.
- [8] Y. Xiao and Y. Pan, *Wireless network security*, Springer, 2007.



Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté de Mathématiques

Laboratoire L'IFORCE



Neural Exact Large Neighborhood Search for Graph Domination

Belkacem ZOUILEKH

Fundamental Computer Science, Operations Research,
Combinatorics and Econometrics Laboratory,
University of USTHB

bzouilekh@usthb.dz

Abstract: *Combinatorial optimization problems such as the Double Roman Domination Problem (DRDP) present a fundamental challenge: exact solvers suffer from exponential scaling, while neural and metaheuristic approaches often fail to guarantee strict feasibility. In this work, we introduce a novel neuro-symbolic framework that tightly integrates deep graph representation learning with exact constraint programming. Rather than predicting complete solutions, our approach leverages an online-trained Graph Neural Network to identify high-potential subgraphs dynamically. These adaptively selected regions are then solved to local optimality using a constraint programming solver. Extensive evaluations on diverse benchmark graph topologies under strict single-core settings demonstrate that our method outperforms state-of-the-art approaches in optimal success rate, reduces the global optimality gap, and accelerates convergence compared to both exact and metaheuristic baselines.*

Keywords: *Combinatorial Optimization; Graph Neural Networks (GNN); Large Neighborhood Search (LNS); Double Roman Domination Problem (DRDP); CP-SAT Solver.*

References

- [1] H. Aggarwal and P. Reddy, *Meta-heuristic algorithms for double roman domination problem*, *Applied Soft Computing*, **154** (2024), 111306.
- [2] Q. Cai, N. Fan, Y. Shi and S. Yao, *Integer linear programming formulations for double roman domination problem*, *Optimization Methods and Software*, **37**(1) (2022), 1–22.
- [3] A. Hottung and K. Tierney, *Neural large neighborhood search for the capacitated vehicle routing problem*, *arXiv preprint arXiv:1911.09539*, 2019.
- [4] E. Khalil, H. Dai, Y. Zhang, B. Dilkina and L. Song, *Learning combinatorial optimization algorithms over graphs*, *Advances in Neural Information Processing Systems*, **30** (2017).
- [5] S. Ropke and D. Pisinger, *An adaptive large neighborhood search heuristic for the pickup and delivery problem with time windows*, *Transportation Science*, **40** (2006), 455–472.

