

Une métaheuristique hybride pour optimiser l'agencement de boîtes interconnectées

Simon Belieres^{1,2}, Fawzi Bessaih³

¹ INSA, 135 Avenue de Ranguel, F-31400 Toulouse, France

² CNRS, LAAS, 7 avenue du colonel Roche, F-31400 Toulouse, France

³ Airbus Defence & Space, 31 Avenue des Cosmonautes, F-31400 Toulouse CEDEX 4

`sbeliere@laas.fr`

`fawzi.bessaih@airbus.com`

Mots-clés : *recherche opérationnelle, métaheuristique, problème d'agencement d'espace.*

1 Introduction

Les problèmes d'agencement (layout problems) consistent à disposer un ensemble de composants dans un environnement réduit, tout en respectant un ensemble de contraintes. L'objectif est de trouver l'aménagement optimisant la performances des équipements. Les applications des problèmes d'agencement sont multiples et se retrouvent dans de nombreux secteurs industriels. Par exemple la logistique avec les problèmes de chargement de container[3], ou l'informatique avec les problèmes de placement de composants électroniques[2]. Ces derniers s'apparentent à la problématique que nous traitons dans ce travail. Nous cherchons à optimiser la disposition d'un ensemble de N équipements de forme parallélépipédique ou bi-parallélépipédique, sur une plateforme rectangulaire P possédant plusieurs zone thermiques Z . Les composants, suivant leurs caractéristiques, n'ont accès qu'à un sous-ensemble des zones de la plateforme. Enfin, les équipements sont connectés par des câbles, permettant d'acheminer un flux quelconque. Le binaire c_{n_1, n_2} nous indique si les équipements n_1 et n_2 sont reliés ou non.

Les contraintes pour ce type de problème se distinguent en deux catégories, les contraintes géométriques et les contraintes fonctionnelles. Notre seule contrainte géométrique impose qu'il ne doit pas y avoir de chevauchement entre les équipements. Parmi les deux contraintes fonctionnelles, la première nous force à respecter une distance minimale variable min_{n_1, n_2} , entre chaque couple de composants (pour éviter les surchauffes par exemple). La seconde impose l'appartenance de chaque composant n à la zone thermique $z_n \in Z$ ($n = 1 \dots N$) qui lui est attribuée. L'objectif est de trouver un aménagement qui respecte toutes les contraintes, tout en optimisant la qualité du routage entre les équipements. Ce routage est évalué sur le nombre de croisements entre les câbles, que l'on souhaite le plus petit possible, et sur la longueur des câbles. On veut minimiser à la fois la longueur totale et l'écart-type.

2 Stratégie de résolution

Il n'existe pas de typologie exhaustive et générique des problèmes d'agencement, du fait de la très importante variété des caractéristiques rencontrées : la forme géométrique des composants, les contraintes, les objectifs, etc[1]. Ce qui rend la phase de formalisation du problème cruciale dans le choix de la méthode de résolution. Nous décidons de nous tourner vers les métaheuristicques car notre volonté est de proposer un algorithme adapté aux besoins industriels, qui trouve une "bonne" solution en un temps minimal. Notre stratégie de résolution combine un algorithme génétique avec un recuit simulé, et s'appuie sur une modélisation la plus légère

possible, pour maximiser le nombre d'itérations dans un temps fixé.

Notre processus de positionnement se découpe en deux phases. La phase I est accomplie par l'algorithme génétique, et procède à l'aménagement global des boîtes. La phase II correspond au recuit simulé et à un aménagement local des boîtes. Pour faciliter la création de solutions admissibles, nous relâchons la contrainte de non-chevauchement entre les composants. Au cours de la phase I, l'algorithme génétique permet de converger rapidement vers un aménagement avec une bonne structure logique. Les positions relatives des composants les uns par rapport aux autres sont cohérentes du point de vue du nombre de croisement entre les câbles. Cependant, on a des équipements en concurrence sur le même espace, et l'on observe que par de fines retouches on peut améliorer le critère de longueur des câbles. Lors de la phase II, le recuit simulé effectue des corrections sur la solution obtenue post-phase I, et génère une solution admissible sans chevauchement, tout en améliorant les critères de routage. La figure I illustre ces phénomènes, à gauche on observe un aménagement aléatoire, au milieu le résultat obtenu après la phase I, et à droite le résultat obtenu après la phase II.

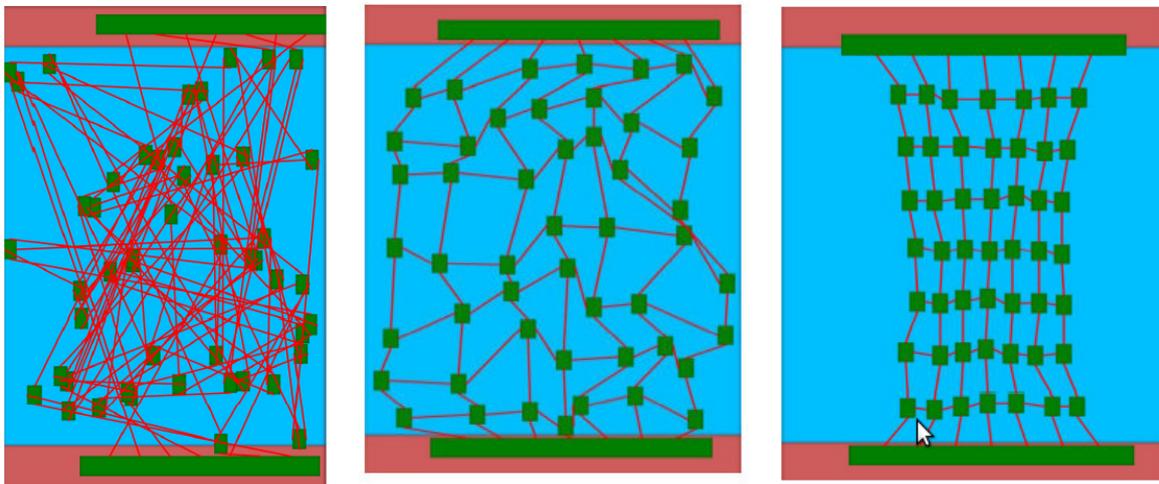


FIG. 1 – Aménagement aléatoire , après Algo. Gén., après Algo. Gén. et Recuit Simulé

Nous présentons des résultats sur des instances industrielles réelles, elles confirment le potentiel de notre approche.

Références

- [1] Julien Bénabès. *Optimisation intégrée et interactive pour l'aménagement d'espace*. Génie Mécanique [physics.class-ph]. Ecole Centrale de Nantes (ECN), 2011. Français.
- [2] Jens Egeblad. *Placement Techniques for VLSI Layout Using Sequence-Pair Legalization*. Mémoire de D.E.A., Department of Computer Science, University of Copenhagen, juillet 2003.
- [3] David Pisinger. *Heuristics for the container loading problem*. European Journal of Operational Research, 141 : 382-392, 2002.