

Analyse du comportement des métaheuristiques sur un problème de rééquilibrage dynamique des lignes d'assemblage

Corentin Clavier¹, Hind Bril El-Haouzi², Wahiba Ramdane Cherif–Khettaf¹

¹ *Université de Lorraine, LORIA, UMR 7503, Mines Nancy, Nancy,*
{corentin.clavier,wahiba.ramdane-cherif}@mines-nancy.univ-lorraine.fr

² *Université de Lorraine, CRAN, UMR 7039, Nancy, France*
{hind.el-haouzi@univ-lorraine.fr}@univ-lorraine.fr

Mots-clés : *équilibrage de lignes d'assemblage, métaheuristiques.*

1 Introduction au problème

L'objectif de cette communication est d'étudier un problème de rééquilibrage dynamique de lignes face à des perturbations courts termes. Même si des travaux tels que (Grangeon et al. , 2011) ou (Maksoud et al. , 2013) ont proposé des méthodes de résolution lors d'une réingénierie d'une ligne, ce problème reste néanmoins très peu étudié dans la littérature et en particulier pour le rééquilibrage face à des aléas très courts termes.

Le problème étudié est issu de l'entreprise TRANE. Les systèmes de production de cette entreprise sont organisés en lignes d'assemblage alimentées en sous-composants par d'autres lignes d'assemblage ou des cellules de fabrication (qui peuvent être communes à plusieurs lignes) et que l'on nomme « feeders ». Afin de limiter le stock de produits finis et de suivre au plus près la demande client, une cadence de sortie de ceux-ci est calculée comme étant le temps de production disponible pour une certaine période de temps (souvent la journée) divisé par le nombre de produits à assembler dans cette même période pour satisfaire les clients. La valeur obtenue est alors un objectif à atteindre et est nommée le « takt time ». Afin de limiter les en-cours, les produits à assembler vont passer d'un poste à l'autre de manière synchrone (au rythme du poste le plus lent). Le « takt time » devient alors la cadence à atteindre sur l'ensemble de la ligne. Pour assurer cette synchronisation, la durée que met chaque poste pour réaliser sa charge de travail doit être la plus proche possible du « takt time » (et donc des autres postes de la ligne). On dit alors que la ligne est « équilibrée ». Dans notre étude, l'équilibrage initial est donné, le but est de réagir face aux aléas pour ajuster au plus vite l'organisation de la production. Les produits assemblés sur la ligne d'assemblage considérée étant de dimensions trop importantes (un produit peut atteindre 12 m de long), le re-séquencement n'est pas souhaité. De plus, l'appel à des opérateurs supplémentaires ne se fera qu'en dernier recours.

2 Modélisation

Nous considérons un nombre donné de stations, de tâches avec leur lot de précédences (les tâches prérequisées à d'autres tâches), et un "takt time", i.e. le temps de cycle objectif. Dans un premier temps, nous ne considérons pas d'opérateurs ni de tâches pouvant être effectuées en

parallèle. A partir d'une ligne équilibrée, un retard est introduit, et la ligne doit être rééquilibrée afin d'obtenir un temps de cycle inférieur au « takt time ». Ainsi, la gamme logique du produit affecté par une perturbation pourra être vu comme l'association de deux parties (Figure 1). Une partie fixe regroupant les tâches déjà réalisées et une partie dynamique concernée par le nouveau rééquilibrage. Notre objectif est de minimiser le temps de cycle de la ligne. Néanmoins, nous introduirons un second objectif qui nous semble pertinent, le nombre de changement opérés pour obtenir le nouvel équilibre. En effet, sur certaines lignes, il peut être compliqué d'effectuer de nombreuses modifications, on préférera donc une solution proche de l'équilibrage de départ.

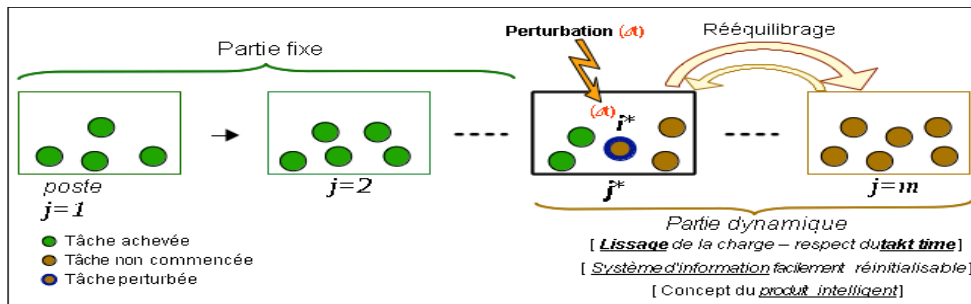


FIG. 1 – Gamme logique d'un produit impacté par une perturbation

3 Approche expérimentale

Dans des travaux précédents [2], nous avons proposé une formulation mathématique et une métaheuristique de type recherche locale itérée ILS (Iterated Local Search) pour résoudre le problème de rééquilibrage dynamique de la ligne. L'objectif de cette communication est de sélectionner un ensemble de méthodes de résolution de type métaheuristique (recherche locale itérée, méthode tabou, algorithme génétique) et d'analyser le comportement de ces méthodes sur le problème étudié afin de connaître laquelle utilisée dans quelle situation. Nous proposons d'utiliser un plan d'expérience qui couvre l'intégralité des problèmes, du point de vue des paramètres que nous considérons. Nous avons sélectionné plusieurs paramètres caractérisant les instances (temps moyen des tâches, étendue, nombre de tâches, nombre de précédences, temps de retard) que nous avons jugé les plus influents, et qu'il nous était possible de faire varier. A partir de ceux-ci nous avons utilisé des instances de la littérature et les avons modifiées afin de faire varier les paramètres auxquelles nous nous intéressons.

Références

- [1] Grangeon, N., Leclaire, P., Norre, S., 2011. Heuristics for the re-balancing of a vehicle assembly line.-International Journal of Production Research 49,6609–6628. doi:10.1080/00207543.2010.539025
- [2] Makssoud, F., Battaïa, O., Dolgui, A., 2013.Reconfiguration of Machining Transfer Lines, in: Borangiu, T., Thomas, A., Trentesaux, D. (Eds.), Service Orientation in Holonic and Multi Agent Manufacturing and Robotics, Studies Computational Intelligence. Springer Berlin Heidelberg, pp. 339–353.
- [3] Antoine Manceaux A., Hind Bril El-Haouzi, Wahiba Ramdane Cherif-Khettaf . Iterated Local Search for dynamic line rebalancing problem, MIM 2016, 8th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control, IFAC / IEEE / IFORS / IFIP / INFORMS, MIM 2016, Troyes, 28-30 juin, 2016.