Dauphine | PSL Nantes Université UNIVERSITÉ de Picardie	PROPOSITION DE SUJET DE STAGE 2026 **Algorithme de branch-and-bound pour l'équilibrage robuste de lignes de production** Profil : Recherche Opérationnelle Gratification : 4,35€ par heure (eq. 649,60€ net par mois)

Équipe des encadrants

Nom	André ROSSI (PR)
Unité de recherche	LAMSADE (UMR CNRS 7243)
Établissement de rattachement	Université Paris-Dauphine

Nom	Evgeny GUREVSKY (MCU HDR)
Unité de recherche	Équipe MODELIS, LS2N (UMR CNRS 6004)
Établissement de rattachement	Université de Nantes

Nom	Rui S. SHIBASAKI (MCU)
Unité de recherche	MIS (UR 4290)
Établissement de rattachement	Université de Picardie Jules Verne, Amiens

Descriptif du sujet de stage

La conception de systèmes de production est un objet d'étude important qui implique souvent des investissements massifs et pose de nombreux problèmes d'optimisation, connus dans la littérature sous le nom de *problèmes d'équilibrage*. En général, ces problèmes consistent à affecter toutes les tâches de production à des stations de travail de manière à satisfaire un objectif donné sous certaines contraintes technologiques comme les *contraintes de précédence, le temps de cycle, l'exclusion, l'inclusion ou les contraintes de stockage*.

L'un des objectifs importants lors de la conception de ces systèmes est d'anticiper l'incertitude sur la durée des tâches, afin d'obtenir une configuration robuste à long terme. Cette nécessité a plusieurs origines :

— Les caractéristiques des produits et celles des stations de travail peuvent évoluer au cours de la vie du système, afin de satisfaire la demande du marché ou pour s'adapter aux composants disponibles,
— Des retards et des arrêts imprévus peuvent survenir pendant le fonctionnement du système.

Le choix d'une approche adaptée à la prise en compte de l'incertitude sur la durée des tâches dépend de l'information disponible sur l'origine de ces incertitudes. Ainsi, le recours aux méthodes classiques que sont la programmation stochastique ou la logique floue peut s'avérer difficile en pratique, en particulier dans le cas où l'on ne dispose pas de

suffisamment de données pour établir une distribution de probabilité ou de possibilité de la durée des tâches, à plus forte raison quand le système de production n'a encore jamais été mis en service. En revanche, identifier un sous-ensemble de tâches que l'on présume sujettes à de l'incertitude sur leurs durées, ne nécessite que peu d'information, et est une situation beaucoup plus fréquente en pratique. C'est la raison pour laquelle nous proposons et développons depuis 2012 (voir Gurevsky et al., 2012, 2013, 2022 ; Rossi et al., 2016 ; Pirogov et al., 2021 ; Shibasaki et al., 2024) une approche alternative pour l'évaluation de la robustesse des systèmes de production en pareilles situations. L'évaluation repose sur la notion de rayon de stabilité, introduite par Sotskov et al. (2010) dans le contexte de l'ordonnancement, et qui a depuis trouvé d'autres domaines d'application. Le rayon de stabilité d'une configuration admissible peut être interprété comme étant égal à l'amplitude maximale des variations de la durée des tâches identifiées comme incertaines, qui ne compromet pas l'admissibilité de la configuration considérée. Le rayon de stabilité est donc une mesure naturelle de la robustesse, car plus il est grand, et plus le système de production, sous sa configuration courante, est en mesure de résister aux aléas. En outre, il présente l'avantage de ne pas nécessiter d'historique pour être mis en œuvre, et peut-être considéré à ce titre comme une alternative à la programmation stochastique et à la logique floue.

Concevoir la configuration d'un système de production ayant le plus grand rayon de stabilité possible est un problème d'optimisation combinatoire difficile et nouveau, qui n'a été introduit que récemment par nos travaux (Rossi et al., 2016 ; Pirogov et al., 2021), dans le cadre de systèmes d'assemblage et de transfert, et a ouvert de nombreuses perspectives algorithmiques et pratiques.

Le but principal dans ce stage est de développer des méthodes algorithmiques qui ne se fondent plus sur la programmation linéaire en variables mixtes, mais qui reposent sur une procédure par séparation et évaluation. Cette direction de recherche est motivée par le constat que ces approches sont les plus efficaces à ce jour pour résoudre la version déterministe du problème d'équilibrage (Scholl and Becker, 2006). En outre, s'agissant du problème de maximisation du rayon de stabilité, de nouvelles bornes supérieures ont été introduites ces dernières années, dont une procédure par séparation et évaluation pourrait tirer profit. Une implémentation de cet algorithme sera développée et comparée aux résultats obtenus par programmation linéaire en variables mixtes.

La durée souhaitée pour ce stage est de 5-6 mois dont la date de début est flexible. Le ou la candidat(e) bénéficiera de l'encadrement de trois enseignants chercheurs localisés à Amiens, Nantes et Paris. Il ou elle pourra choisir librement l'un de ces trois sites pour effectuer son stage.

Le ou la candidat(e) recherché(e) devra avoir de solides compétences en programmation C++, JAVA, Julia ou bien Python ainsi qu'un bon niveau de français ou/et d'anglais à l'écrit et à l'oral. Il ou elle devra être étudiant(e) en dernière année de cursus ingénieur ou universitaire (BAC + 5). Sa formation principale doit de préférence porter sur l'informatique, la recherche opérationnelle ou bien le génie industriel.

Le dossier de candidature doit contenir :

1. CV détaillé
2. Notes M1
3. Rapport de stage L3 (ou Rapport de projet de fin d'année en L3)
4. Rapport de stage M1 (ou Rapport de TER en M1)

5. Lettre de motivation

La date limite d'envoi du dossier complet est le **14 décembre 2025** à 22h00 à l'adresse suivante : `research.ls2n@gmail.com`

Références

Borisovsky P.A., Delorme X. and Dolgui A. 2013. Balancing reconfigurable machining lines via a set partitioning model. *International Journal of Production Research* 52(13) : 4026-4036.

Borisovsky P., Dolgui A. and Kovalev S. 2012. Algorithms and implementation of a set partitioning approach for modular machining line design. *Computers & Operations Research* 39(12) : 3147-3155.

Borisovsky P., Dolgui A. and Kovalev S. 2012. Modelling transfer line design problem via a set partitioning problem. *Optimization Letters* 6(5) : 915-926.

Gurevsky, E., Battaïa, O., Dolgui, A. 2012. Balancing of simple assembly lines under variations of task processing times. *Annals of Operations Research* 201(1) : 265–286.

Gurevsky, E., Battaïa, O., Dolgui, A. 2013. Stability measure for a generalized assembly line balancing problem. *Discrete Applied Mathematics* 161(3) : 377–394.

Gurevsky, E., Rasamimanana, A., Pirogov, A., Dolgui, A., Rossi, A. 2022. Stability factor for robust balancing of simple assembly lines under uncertainty. *Discrete Applied Mathematics* 318 : 113-132.

Pirogov A., Gurevsky E., Rossi A., Dolgui A. 2021. Robust balancing of transfer lines with blocks of uncertain parallel tasks under fixed cycle time and space restrictions. *European Journal of Operational Research* 290(3) : 946-955.

Rossi, A., Gurevsky, E., Battaïa, O., Dolgui, A. 2016. Maximizing the robustness for simple assembly lines with fixed cycle time and limited number of workstations. *Discrete Applied Mathematics* 208 : 123-136.

Scholl, A., Becker, C. 2006. State-of-the-art exact and heuristic solution procedures for simple assembly line balancing. *European Journal of Operational Research* 168(3) : 666-693.

Shibasaki, R.S., Rossi, A., Gurevsky, E. 2024. A new upper bound based on Dantzig-Wolfe decomposition to maximize the stability radius of a simple assembly line under uncertainty. *European Journal Of Operational Research* 313(3) : 1015-1030.

Sotskov, Yu., Sotskova, N., Lai, T.-C., Werner, F. 2010. Scheduling under Uncertainty : Theory and Algorithms. Minsk, Belorusskaya nauka.