

Global Information

This PhD will take place in the “Centre de génie industriel” at IMT Mines Albi (France)

- Location: Albi, CGI <https://cgi.imt-mines-albi.fr/>
- Expected start date: September or October 2026 depending on student availability
- Keywords: dynamic line balancing, operations research, robust optimization, workforce planning
- application link: <https://institutminestelecom.recruitee.com/1/en/o/phd-proposal-dynamic-balancing-under-uncertainties-for-aeronautic-final-assembly-lines>

Context

The design of assembly lines is a critical issue in industrial processes, with challenges at multiple levels (see references below): the integration of new technologies—from robotics to AI—to reduce and control operation times and improve the ergonomics of user interfaces; balancing the various workstations on the line and sizing technical requirements and human skills; information systems to ensure traceability and monitoring of flows; organizing and managing logistics to supply assembly stations; layout of the line in existing or new facilities; addressing flexibility needs (product mix, reconfigurability, schedules) and variabilities (in time, quality, or availability of assembly and logistics resources).

The project that funds this research project is led by an aeronautical manufacturer. It aims to design a final assembly line, considering the specificities of the aeronautics sector: large takt time, variability in the product mix, the size of the aircraft, which allows for multiple parallel work zones, dimensional diversity and the large number of components to manage, and the need for traceability of flows throughout the logistics chain, among others. Several PhD theses are being conducted in parallel, with the following topics, and will need to work synergistically:

- Dynamic Balancing under uncertainties for aeronautic final Assembly lines;
- An immersive multi-user environment to assist in the layout of an assembly line within a building;
- Heterogeneous Fleet Management for Resilient Intralogistics under Nominal and Exceptional Flows;
- Evaluating the impacts of standardized, shared, and connected packaging to optimize the supply chain logistics for assembly lines.

Problem Statement

This PhD addresses the balancing and dynamic control of an aeronautical Final Assembly Line (FAL), a complex system characterized by strong industrial constraints: thousands of elementary tasks to organize, a long takt time, partial cobotization of operations, significant diversity in operator skills, the large size of the product offering parallel work zones, sensitivity of sizing variables to product mix, multiple sources of variability that require anticipating both nominal and degraded operating modes.

The first challenge is to develop a methodology to guide the selection of the most suitable line concept among existing models (moving line, pulse line, dock line, or hybrid) to ensure robust sizing under uncertainty and degraded modes. This involves identifying critical constraints, sources of variability and uncertainty, available forms of flexibility, and possible configurations to deduce the optimization levers to be exploited.

At a second level, the focus will shift to sizing the selected line configurations by addressing a line balancing problem. This includes assigning tasks to stations or zones, sizing and allocating resources (operators and equipment). The margins and levers identified in the first phase will enable the proposal of adaptation strategies (robustness- or dynamicity-oriented) to manage disruptions and line variability.

The proposed methodology will rely on an iterative process between these two levels: the line choices made in Level 1 will condition the line balancing in Level 2, whose results will, in turn, validate or invalidate initial assumptions, induce new configuration choices, or refine uncertainty scenarios.

The proposed concepts will be dynamically validated through simulation by a parallel post-doctoral study, using tailored indicators to assess the system's ability to absorb variability (disruptions, product mix).

Research Problem Addressed in this Thesis

The main scientific challenges are methodological, modeling-related, and tied to combinatorial optimization in line balancing problems:

- How to articulate and guide the feedback loop between the different decision levels ;
- At which level(s) of granularity to work in order to strike a balance between scalability, computation time, reproducibility of the balancing in simulation, and exploitation of flexibility levers ;
- Modeling specific constraints and levers in this line balancing problem ;
- Decomposing the problem to facilitate its resolution through combinatorial optimization techniques

Action Plan

Proposed Action Plan for the Thesis

- Conduct a literature review on line balancing models and resolution methods
- Model and compare a priori the different types of aircraft assembly lines
- Generate line configurations for study
- Perform line balancing on the various configurations
- Develop a macro-model of line balancing results to enable simulation
- Compare line balancing outcomes and iterate back to refine line configuration modeling

References

Battaïa, Olga, et Alexandre Dolgui. 2022. « Hybridizations in line balancing problems: A comprehensive review on new trends and formulations ». *International Journal of Production Economics*, Special Issue celebrating Volume 250 of the *International Journal of Production Economics*, vol. 250 (août): 108673.

Sikora, Celso Gustavo Stall. 2024. « Balancing mixed-model assembly lines for random sequences ». *European Journal of Operational Research* 314 (2): 597-611.

Sotskov, Yuri N. 2023. « Assembly and Production Line Designing, Balancing and Scheduling with Inaccurate Data: A Survey and Perspectives ». *Algorithms* 16 (2): 100.

IMT Mines Albi and CGI Laboratory

IMT Mines Albi, a school under the authority of the French Ministry of Industry, is part of the Institut Mines-Télécom, France's leading group of engineering and management schools. At the forefront of industrial and academic challenges on the international stage, it acts as a scientific and economic driver for its region by combining its four missions—training engineers with a focus on sustainable development, conducting scientific research, contributing to economic development, and promoting the culture of science, technology, and innovation—into a virtuous and innovation-driven cycle.

Its position in education and research establishes IMT Mines Albi as a reference school in three of the IMT's four thematic areas: future sustainable industries, energy - circular economy and society and, health and well-being engineering.

Through its Centre Génie Industriel (CGI), IMT Mines Albi conducts research at the intersection of artificial intelligence and industrial engineering, in collaboration with national and international public and industrial partners.

The Centre Génie Industriel (CGI) (cgi.imt-mines-albi.fr) comprises approximately 60 people, including 25 PhD students and Postdocs. The center focuses on supporting the transition of ecosystems by enabling responsible and sustainable decision-making in unstable or disrupted environments. This is achieved through the representation, modeling, and analysis of organizational data to formalize knowledge that leads to decision-making in heterogeneous, collaborative, uncertain, and/or disrupted contexts.

The CGI is structured around applied research axes and scientific programs. The research axes are:

- FLOWS: Flexible Logistics and Operations for Sustainable Worlds (**this PhD contributes here**).
- DiSCS: Digital Systems for Crisis Management and Security;
- TRACE: Territorial Resilience, Agility, and Circular Economy;
- WHOPS: Well-being and Health through Organizational Processes and Services.

The two core scientific programs underpinning these research axes are:

- HOPOPOP: Hybridization for Operations & Planning, Organizations & Performance, Optimization & Problem-solving (**this PhD contributes here**).
- AIME-DM: Automated Information Modeling and Extraction for Decision-Makers.

Profile and application:

Education

- Master's or engineering degree in Industrial Engineering (or computer science with experience in industrial engineering) with research experience.

Core competencies

- Production planning and control
- Operations Research
- Software development skills (Java, Python)
- Strong proficiency in English (minimum level B2) **and** French (minimum level B2)

Transversal skills

- Autonomy and ability to work collaboratively within a research team.
- Motivation to contribute to industrial application of research.

Additional desirable skills (not mandatory) : discrete event simulation, Knowledge in reinforcement learning and data mining.

Application

Application materials: CV, cover letter, summary of Master's thesis or research work, transcripts, Recommendation letters (in particular in industry and research experience) and any other supporting documents.

Application link : <https://institutminestelem.com/l/en/o/phd-proposal-dynamic-balancing-under-uncertainties-for-aeronautic-final-assembly-lines>

Application deadline: June 7, 2026, 12:00 PM.

Notification for interview: no later than June 15th, 2026.

Contacts:

Jacques Lamothe, CGI IMT Mines Albi, jacques.lamothe@mines-albi.fr

Xavier Lorca, CGI IMT Mines Albi, xavier.lorca@mines-albi.fr

Cléa Matinez, CGI IMT Mines Albi, clea.martinez@mines-albi.fr

Informations globale

Cette thèse aura lieu au Centre de Génie Industriel de IMT Mines Albi (France).

- **Localisation:** Albi, CGI <https://cgi.imt-mines-albi.fr/>
- **date de début:** September ou octobre 2026 selon disponibilité du candidat
- mots clés : dynamic line balancing, operations research, robust optimization, workforce planning
- lien pour candidater : <https://institutminestelecom.recruitee.com/1/en/o/phd-proposal-dynamic-balancing-under-uncertainties-for-aeronautic-final-assembly-lines>

Contexte

La conception de lignes d'assemblages est une problématique des process industriels qui présente des enjeux à différents niveaux (cf références ci-dessous) : l'intégration de nouvelles technologies, de la robotisation à l'IA pour réduire et maîtriser les durées opératoires et faciliter l'ergonomie des interfaces utilisateurs; l'équilibrage des différents postes sur la ligne et le dimensionnement des besoins techniques et compétences humaines ; l'évolution des systèmes d'information pour assurer le suivi et la traçabilité des flux; l'organisation et le pilotage de la logistique pour alimenter les postes d'assemblages ; l'implantation de la ligne dans des bâtiments existant ou à construire; la prise en compte des besoins de flexibilités (mix produits, reconfigurabilité, horaires) et des variabilités (sur les temps, la qualité ou la disponibilités des ressources en assemblage et en logistique). Le projet qui finance cette recherche est porté par un constructeur aéronautique. Il vise à concevoir une ligne d'assemblage final aéronautique en tenant compte de spécificités du secteur: un takt time important, la variabilité du mix produit dans le temps, la dimension importante du produit qui permet des zones de travail multiples en parallèle, la diversité en dimensions et le grand nombre de composants à gérer, le besoin de traçabilité des flux tout au long de la chaîne logistique, etc. Plusieurs thèses avec les sujets suivants sont lancées en parallèle et auront à travailler en synergie :

- prise en compte des variabilités et des besoins de flexibilité pour l'équilibrage dynamique d'une ligne d'assemblage aéronautique ;
- Un environnement immersif pour l'aide à l'implantation d'une ligne d'assemblage dans un bâtiment
- Dimensionnement et pilotage robustes d'un système logistique hétérogène pour alimenter une ligne d'assemblage soumise à des variabilités et flux parasites imprévisibles.
- Evaluation des impacts d'un packaging standardisé, mutualisé et connecté pour optimiser la chaîne logistique d'approvisionnement de lignes d'assemblage.

Problématique

Ce sujet de thèse aborde l'équilibrage et le pilotage dynamique d'une Final Assembly Line (FAL) aéronautique, un système complexe marqué par des contraintes industrielles fortes : plusieurs milliers de tâches élémentaires à organiser, takt time long relativement à ces tâches élémentaires, robotisation partielle des opérations, diversité importante des compétences opérateurs à considérer, grande dimension du produit qui offre des zones de travail distinctes en parallèle, sensibilité de variables de dimensionnement au mix-produit, multiplicité des sources de variabilité à considérer qui amènent à anticiper les fonctionnements nominaux et dégradés.

Un premier enjeu est de proposer une méthodologie visant à orienter le choix du concept de ligne parmi les modèles existants (moving line, pulse line, dock line, ou hybride) pour en assurer le dimensionnement sous incertitudes. Il s'agira d'identifier les contraintes fortes, les sources de variabilité et d'incertitudes, les formes de flexibilité disponibles, les configurations possibles afin d'en déduire les leviers d'optimisation à exploiter.

Ensuite, dans un deuxième niveau, on s'intéressera à dimensionner le modèle de ligne choisi en abordant un problème d'équilibrage de ligne (line balancing) . Il s'agira d'affecter les tâches aux stations ou zones, de dimensionner et affecter les ressources (opérateurs et équipements). Les marges et leviers identifiés en

première phase permettront de proposer des stratégies d'adaptation (orientées robustesse ou dynamique) pour faire face aux aléas et aux variabilités de la ligne.

La méthodologie proposée reposera sur un processus itératif entre les deux niveaux étudiés: les choix de typologie de ligne retenus en niveau 1 conditionneront le line balancing du niveau 2, dont les résultats permettront en retour de valider ou invalider les hypothèses initiales, d'alimenter de nouveaux choix de configuration, ou encore d'affiner les scénarios d'incertitudes.

Les concepts proposés seront validés en dynamique et par simulation par un post-doc mené en parallèle, via des jeux d'indicateurs adaptés pour évaluer la capacité à absorber les variabilités (aléas, mix produit).

Verrous scientifiques identifiés sur cette thèse :

Les verrous scientifiques identifiés sont à la fois méthodologiques, de modélisation, ou liés à l'optimisation combinatoire dans les problèmes d'équilibrage de ligne :

- Comment articuler et guider le bouclage entre les différents niveaux de décision
- A quel(s) niveau(x) de granularité travailler pour trouver un compromis entre passage à l'échelle/temps de calcul/reproductibilité du balancing en simulation/ exploitation des leviers de flexibilité
- La modélisation des contraintes et leviers dans cette problématique de balancing
- La décomposition du problème pour en faciliter la résolution via des techniques d'optimisation combinatoire

Plan d'action

Le plan d'action visé sur cette thèse est le suivant :

- revue bibliographique sur les méthodes de line balancing
- modélisation et comparaison a priori des différents types de lignes
- création de configurations de lignes à étudier
- line balancing des différentes configurations
- macro-modélisation d'un résultat de line balancing pour en permettre la simulation
- comparaison de line balancing et rebouclage sur la modélisation de configurations

Références

Battaïa, Olga, et Alexandre Dolgui. 2022. « Hybridizations in line balancing problems: A comprehensive review on new trends and formulations ». *International Journal of Production Economics*, Special Issue celebrating Volume 250 of the International Journal of Production Economics, vol. 250 (août): 108673.

Sikora, Celso Gustavo Stall. 2024. « Balancing mixed-model assembly lines for random sequences ». *European Journal of Operational Research* 314 (2): 597-611.

Sotskov, Yuri N. 2023. « Assembly and Production Line Designing, Balancing and Scheduling with Inaccurate Data: A Survey and Perspectives ». *Algorithms* 16 (2): 100.

IMT Mines Albi et le Centre de Génie Industriel

École du ministère en charge de l'industrie, IMT Mines Albi est une école de l'Institut Mines- Télécom, 1er groupe d'écoles d'ingénieurs et de management de France. À l'avant-garde des enjeux industriels et académiques sur la scène internationale, elle agit comme un moteur scientifique et économique territorial en combinant ses 4 missions - former des ingénieurs en intégrant la dynamique du développement durable, faire de la recherche scientifique, contribuer au développement économique et diffuser la culture des sciences, des techniques et de l'innovation - en un cercle vertueux et porteur d'innovation.

Son positionnement en matière de formation et de recherche place IMT Mines Albi comme école de référence sur trois des quatre thématiques de l'IMT, à savoir l'industrie du futur responsable, l'énergie, économie circulaire et société ainsi que l'ingénierie, santé et bien-être.

IMT Mines Albi, au travers du Centre Génie Industriel (CGI), développe des recherches à la frontière entre l'intelligence artificielle et le génie industriel, en collaboration avec des partenaires publics et industriels nationaux et internationaux.

Le Centre Génie Industriel (CGI) (<https://cgi.imt-mines-albi.fr/>) compte environ 60 personnes dont 25 doctorants et postdoctorants. Le centre s'intéresse à l'accompagnement de la transition des écosystèmes en permettant de prendre des décisions responsables et durables, dans des environnements instables ou perturbés. Ceci est mis en pratique par la représentation, la modélisation et l'analyse des données de ces organisations afin de formaliser de la connaissance conduisant à la prise de décision dans des contextes hétérogènes, collaboratifs, incertains et/ou perturbés.

Il est structuré selon des axes de recherche appliquée et des programmes scientifiques. Les axes de recherche appliquée et le programme scientifique concernés sont :

- Axe FLOWS : Flexible Logistics and Operations for sustainable WorldS.
- Programme HOPOPOP : Hybridization for Operations & Planning, Organizations & Performance, Optimization & Problem-solving ;

Profil recherché :

Formation

- Master ou Ingénieur en Génie Industriel ou en Informatique avec une expérience en Génie Industriel.

Compétences techniques

- Gestion de production
- Recherche opérationnelle et Optimisation
- Compétences en développement informatique (Java, Python)

Compétences complémentaires (pas indispensable) : Simulation à événements discrets, analyse de données massives

Compétences transverses

- **Anglais** écrit et parlé (niveau minimum B2) et **Français** (minimum B2)
- Expérience de la recherche
- Autonomie et capacité à travailler dans une équipe de recherche.
- Motivation pour contribuer à une application industrielle de la recherche.

Comment candidater

Documents demandés pour candidater : CV, lettre de candidature, résumé de la thèse de master, copies de publications, relevés de notes, lettres de recommandation (expérience de recherche et industrielle) et tout autre document jugé utile pour appuyer votre candidature.

Site de candidature : Il est demandé de déposer les candidatures sur le lien suivant : <https://institutminestelecom.recruitee.com/1/en/o/phd-proposal-dynamic-balancing-under-uncertainties-for-aeronautic-final-assembly-lines>

Date limite de soumission : 7 Juin, 2026, 12:00 PM.

Convocation pour entretien : vers le 15 Juin, 2026.

Contacts:

Jacques Lamothe, CGI IMT Mines Albi, jacques.lamothe@mines-albi.fr

Xavier Lorca, CGI IMT Mines Albi, xavier.lorca@mines-albi.fr

Clea Martinez, CGI IMT Mines Albi, clea.martinez@mines-albi.fr