

## Laboratoire SI2M

### Systèmes d'informations, systèmes intelligents et modélisation mathématique.

#### Appel à candidature pour inscription au Doctorat au titre de l'année 2025

#### Liste des sujets proposés

##### Continuous Integration and Deployment Optimization

---

**Prof. Imane CHLIOUI & Prof. Maryam RADGUI**  
SI2M Laboratory, INSEA  
ichlioui@insea.ac.ma, m.radgui@insea.ac.ma

- **Objective:** Use Generative AI to optimize the continuous integration/continuous deployment (CI/CD) pipeline by automatically detecting inefficiencies and suggesting improvements.
- **Research Questions :**
  - How can generative models predict potential bottlenecks in the CI/CD pipeline and suggest optimizations?
  - Can AI enhance deployment processes by automatically configuring environments or predicting deployment risks?
- **Potential Impact:** Faster and more reliable deployment cycles, with AI continuously improving the CI/CD workflow.

##### Cross-Domain Learning for Software Engineering

---

**Prof. Imane CHLIOUI & Prof. Maryam RADGUI**  
SI2M Laboratory, INSEA  
ichlioui@insea.ac.ma, m.radgui@insea.ac.ma

- **Objective:** Apply transfer learning to enable Generative AI to generalize software engineering knowledge from one domain (e.g., web development) to another (e.g., mobile development).
- **Research Questions :**
  - How can generative models trained on one programming language or domain be effectively transferred to another?

- What are the best approaches for cross-domain adaptation of AI-generated code?
- **Potential Impact:** Reduced training costs and broader applicability of generative models across various software engineering disciplines.

## IoT and Inclusive Learning

---

**Prof. Imane CHLIOUI & Prof. Maryam RADGUI**  
**SI2M Laboratory, INSEA**  
**ichlioui@insea.ac.ma, m.radgui@insea.ac.ma**

- **Objective:** Use IoT devices to create inclusive e-learning environments that cater to students with disabilities or special educational needs.
- **Research Questions :**
  - How can IoT devices such as smart cameras, voice assistants, and tactile sensors support students with hearing, vision, or mobility impairments in e-learning environments?
  - What are the best practices for integrating IoT solutions into accessible learning platforms?
- **Potential Impact:** Improved accessibility in e-learning, ensuring that all students, regardless of their physical or cognitive abilities, have equal access to high-quality education.

## Analytics Pipeline for Process Mining anomaly detection from IoT Data

---

**Prof. Maryam RADGUI**  
**SI2M Laboratory, INSEA**  
**m.radgui@insea.ac.ma**

IoT sensors contribute to the collection of automated, real-time data. The data gathered by IoT devices includes information on process execution. The relevant data can be extracted to apply process mining techniques. IoT enables process mining to access real-time data because it collects the information while carrying out the process. By obtaining and analyzing IoT data, especially in intelligent environment, process mining will be able to identify deviations, errors or anything negatively affecting process performance in real-time and allow teams to optimize them. Given the benefits of IoT and the important increasing of IoT market, it is expected that process mining systems will be highly integrated with IoT platforms for better insights. The goal of this thesis is precisely in line with this perspective.

**Keywords:** Process mining, IOT, anomaly detection, intelligent environment, Data stream.

## **Analyse prédictive des comportements sociaux à grande échelle**

---

**Prof. Maryam RADGUI**  
**SI2M Laboratory, INSEA**  
**m.radgui@insea.ac.ma**

Les réseaux sociaux génèrent une quantité massive de données hétérogènes. Ces plateformes offrent une opportunité unique d'analyser et de modéliser des comportements sociaux à grande échelle. Cependant, la diversité et la complexité de ces données rendent l'analyse prédictive des comportements humains extrêmement complexe.

Cette thèse vise à combiner les techniques de Big Data, de process mining et de machine learning pour construire des modèles prédictifs capables d'anticiper les tendances sociales, les réactions collectives à des événements, ou même les risques comme la diffusion de désinformation. Les contributions de la thèse portent sur la proposition d'un cadre prédictif innovant pour les réseaux sociaux permettant de mieux comprendre les dynamiques sociales à grande échelle. L'intégration du BPM et du process mining au cadre prédictif offre une approche unique pour capturer, modéliser et analyser les processus et les flux de travail dans les réseaux sociaux.

En effet, le BPM, en tant que cadre de gestion des processus, aide à formaliser et structurer les interactions complexes des utilisateurs, tandis que le process mining, qui extrait des processus à partir de traces d'événements, permet de transformer de grandes quantités de données en modèles exploitables. Cette approche permet de mieux comprendre les parcours utilisateur, les interactions sociales et les influences au sein des réseaux.

**Mots-clés :** Big data, réseaux sociaux, BPM, BPMN, process mining, Machine learning, Analyse prédictive.

## **Optimisation de la Gestion de l'Eau à l'aide de l'Intelligence Artificielle**

**Pr. Mohamed Nabil Saidi, Pr. Sara Riahi**

Cette thèse explore l'application de l'intelligence artificielle (IA) pour optimiser la gestion des ressources en eau dans un contexte de rareté croissante. L'objectif est de concevoir des modèles capables de prévoir les besoins, d'optimiser la distribution, et de réduire les pertes grâce à des techniques avancées d'apprentissage automatique et d'analyse prédictive. Cette recherche explorera notamment des approches permettant une gestion plus durable des réseaux d'eau potable, de l'irrigation agricole et des bassins de rétention, en tenant compte des contraintes environnementales et des enjeux d'équité et de résilience dans la gestion des ressources hydriques.

**Mots-clés :** Gestion durable de l'eau, Optimisation des ressources hydriques, Intelligence artificielle pour la gestion de l'eau, Apprentissage automatique et gestion de l'eau, Analyse prédictive de la consommation d'eau, Prédiction des besoins en eau.

**Références :**

1. **Shafiee, M. E., & Berglund, E. Z. (2017).** "Agent-based modeling for integrated water resources management: Linking society and hydrology." *Environmental Modelling & Software*, 93, 13-28.
2. **Wu, Z. Y., & Wang, R. Y. (2018).** "Predictive water management system with artificial intelligence: A case study on drought prediction." *Water Resources Management*, 32(4), 1251-1265.
3. **Abdelrahman, M., & El-Gamily, H. (2020).** "Machine learning applications for sustainable irrigation: A comprehensive review." *Agricultural Water Management*, 239, 106267.
4. **Rahman, S. M., & Islam, T. (2019).** "Smart water management system in the era of IoT and AI." *Smart Cities*, 3(3), 932-953.
5. **Bach, P. M., Rauch, W., Mikkelsen, P. S., & McCarthy, D. T. (2020).** "Data-driven water management: Machine learning for predicting stormwater management practices performance." *Science of the Total Environment*, 727, 138305.
6. **Ravindra, P., & Brindha, K. (2021).** "Artificial intelligence in water resource management: Opportunities and challenges." *Journal of Hydrology*, 601, 126800

## **IA et Modèles de Gouvernance et d'Adaptation en Cybersécurité pour les Systèmes d'Information**

**Pr. Mohamed Nabil Saidi, Pr. Hamid Khalifi, Pr. Walid Cherif,**

Cette thèse se consacre à l'étude des cadres de gouvernance et des approches adaptatives en cybersécurité, spécifiquement adaptées aux systèmes d'information confrontés à des menaces complexes et évolutives. Dans un contexte où les cyberattaques se diversifient, l'objectif est de concevoir des modèles de gouvernance permettant une gestion intégrée des risques et une anticipation proactive des vulnérabilités. En intégrant des techniques d'intelligence artificielle, l'étude analysera des mécanismes innovants de détection et de réponse rapide. L'IA sera utilisée pour optimiser l'adaptation dynamique des systèmes, permettant aux organisations de maintenir une sécurité renforcée face aux cyber-risques. Cette recherche vise ainsi à développer des solutions intelligentes, minimisant les impacts des cyberattaques et optimisant la protection continue des données et des infrastructures critiques.

**Mots-clés :** Gouvernance de la cybersécurité, Intelligence artificielle en cybersécurité, Modèles de détection et réponse aux cyberattaques, Gestion proactive des cyber-risques, Analyse prédictive des cybermenaces, Sécurité adaptative des systèmes d'information, Techniques de machine learning pour la cybersécurité.

### **Références :**

1. **Davenport, T., & Ronanki, R. (2018).** "Artificial intelligence for the real world: Smart cybersecurity." *Harvard Business Review*, 96(1), 108-116.
2. **Nguyen, T., & Reddi, V. (2020).** "Machine learning for cybersecurity: Concepts, algorithms, and applications." *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 31(7), 2470-2487.
3. **Chen, Y., Nyemba, S., & Jin, H. (2019).** "A framework for intelligent adaptive cybersecurity defense." *Journal of Cybersecurity and Privacy*, 2(2), 91-106.
4. **Shao, J., & Shi, Y. (2019).** "Adaptive cybersecurity governance in cloud-based systems using machine learning." *IEEE Access*, 7, 67923-67934.
5. **Shang, Z., & Hussain, F. (2021).** "AI-based security governance models for critical infrastructure." *Computer Security Journal*, 10(2), 125-140.
6. **Zhou, X., & Ge, W. (2022).** "Resilience in cybersecurity: Adaptive models using deep learning." *International Journal of Information Security*, 21(3), 189-202.

**Titre : *Elaboration d'une Architecture Adaptative et Agile basée sur le Modèle Zero Trust pour la Sécurité et la Protection des Données : Application et Impact dans le Domaine de l'Internet des Objets***

**Title : *Development of an Adaptive and Agile Architecture based on the Zero Trust Model for Data Security and Protection: Application and Impact in the field of the Internet of Things (IoT)***

**Key words** : Data Security / Protection, Zero Trust Model / IoT, Adaptive / Agile Architecture, Data Managment, Micro segmentation, Compliance

**Directrice de thèse : Rajaa SAIDI, Professeure de l'Enseignement Supérieur à l'INSEA**

**Mail** : [r.saidi@insea.ac.ma](mailto:r.saidi@insea.ac.ma)

**Profil** : <https://sites.google.com/site/rajaasaidi/>

## **Présentation**

### **1. Contexte général**

L'utilisation et la croissance rapide d'applications de l'Internet des Objets (IoT), ainsi que le nombre important des objets connectés (OC) ont engendré une certaine complexité dans la gestion de la sécurité et de la protection des données exploitées par ces applications (et traitées par les OC). Ladite complexité est également liée aux spécificités et aux caractéristiques du domaine de l'IoT (ainsi qu'à celles liées à d'autres nouvelles technologies émergentes), notamment les catégories d'applications de l'IoT, la mobilité, les ressources des OC, etc. Cela nécessite des solutions et des mécanismes adaptés qui répondent aux besoins de sécurité et de protection des données, tout en garantissant l'alignement avec les évolutions associées à l'exploitation de ces nouvelles technologies.

### **2. Problématique**

La connectivité évolutive, l'interconnexion des systèmes (et des OC) et la transformation des e-services en solutions d'Intelligence Artificielle (IA), notamment son déploiement dans le domaine de l'IoT déclarent un besoin imminent d'adopter des architectures permettant de maintenir des niveaux de sécurité et de protection des données suffisants. Dans ce sens, les approches traditionnelles et statiques s'avèrent inadéquates face aux nouvelles exigences de sécurité et de protection des

données. De ce fait, l'exploitation et la mise en place d'une architecture basée sur le nouveau modèle de sécurité Zero Trust constitue une approche innovante permettant de maintenir et de renforcer la sécurité et la protection des données.

### 3. Objectif de la thèse

L'objectif de la thèse est de proposer une architecture de sécurité et de protection des données basée sur les concepts d'agilité et d'adaptabilité permettant de s'aligner sur les évolutions des e-services et des applications des OC (représentés par l'IoT), et ce, en exploitant les avantages des nouvelles approches, notamment le Zero Trust.

**Titre : *Optimisation des processus opérationnels dans les entreprises manufacturières marocaines par des modèles d'intelligence artificielle***

**Title : *Optimization of operational processes in Moroccan manufacturing companies using artificial intelligence models***

**Directrice de thèse : Rajaa SAIDI, Professeure de l'Enseignement Supérieur, INSEA**

**Co-Directeur de thèse : Walid Cherif, Professeur Habilité, ESI**

**Mails : [r.saidi@insea.ac.ma](mailto:r.saidi@insea.ac.ma), [crf.walid@gmail.com](mailto:crf.walid@gmail.com)**

## **Présentation**

Les modèles d'intelligence artificielle constituent un atout novateur pour améliorer l'efficacité et la compétitivité des entreprises marocaines.

Elles peuvent identifier des inefficacités dans leurs chaînes de production, anticiper les pannes d'équipement et ajuster les niveaux de stock avec plus de précision.

Ceci permet non seulement de réduire les coûts opérationnels, mais également d'accroître la qualité des produits, de minimiser les délais de livraison et d'améliorer la satisfaction client.

Le présent sujet de thèse explore de nouveaux modèles d'intelligence artificielle adaptés aux processus opérationnels dans les entreprises manufacturières marocaines.



## **Title: User-centric methodologies for managing requirements in IoT systems**

**Key words:** IoT architecture, UML models, User-Centered Design (UCD), Internet of People

**Thesis director: Rajaa SAIDI, Full Professor at INSEA**  
([r.saidi@insea.ac.ma](mailto:r.saidi@insea.ac.ma))

### **Presentation**

Recently, Internet of Things (IoT) technology has emerged in many aspects of life, such as transportation, healthcare and even education. People are interacting with online systems all the time. In order to use the services being provided, they give consent for their data to be collected. This approach requires too much human effort and is impractical for systems like IoT where human-device interactions can be large.

The aim of this thesis is to develop User-centric methodologies for managing requirements in IoT systems.

User-Centered Design (UCD) is an iterative design process in which designers focus on the users and their needs in each phase of the design process. In UCD, design teams involve users throughout the design process via a variety of research and design techniques, to create highly usable and accessible products for them.

### **Thesis steps**

The 1st year will be concerned with a state of the art of the field which will make it possible to position the problem in relation to the existing one. A first formulation of a proposal will be made at the end of the first year. The state of the art resulting from this 1st year will be submitted to national conferences and/or workshops. The proposal will be completed and submitted for validation during the 2nd year. Validation will be done through submissions to international conferences and workshops, in the field, with a reading committee. The 3rd year will be devoted to validation through recognized and indexed journals and to writing the dissertation.

### **References**

- [1] Yara Alghofaili, Murad A. Rassam: “A Trust Management Model for IoT Devices and Services Based on the Multi-Criteria Decision-Making Approach and Deep Long Short-Term Memory Technique”, *Sensors* 2022
- [2] Gideon Ogunniye, Nadin K  okciyan, “A Survey on Understanding

and Representing Privacy Requirements in the Internet-of-Things”,  
Journal of Artificial Intelligence Research, 2023

[3] Hamed HaddadPajouh, Ali Dehghantanha, Reza M. Parizi, Mohammed Aledhari, Hadis Karimipour, “A survey on internet of things security: Requirements, challenges, and solutions”, internet of things journal, 2021

## **LLM : Speech-to-Speech Conversational AI System for Low-Resource Languages**

**Supervised by: Pr. Imade Benelallam**

**Lab: SI2M/INSEA**

### **1. Introduction**

The integration of Large Language Models (LLMs) with speech-to-speech (S2S) systems has significantly advanced human-computer interactions. However, these developments predominantly cater to high-resource languages, leaving low-resource languages like Moroccan Darija underrepresented. This research aims to bridge this gap by developing an S2S conversational AI system tailored for Moroccan Darija, leveraging LLMs and neural audio codecs to facilitate natural and expressive dialogues.

### **2. Research Objectives**

- **Objective 1:** Develop an end-to-end S2S conversational AI system that integrates LLMs with neural audio codecs, specifically designed for Moroccan Darija.
- **Objective 2:** Incorporate emotional and prosodic features into the system to enhance the expressiveness and naturalness of the generated speech.
- **Objective 3:** Evaluate the system's performance in real-world conversational scenarios to ensure robustness and user satisfaction.

### **3. Literature Review**

Recent advancements in S2S systems, such as Kyutai's Moshi model, demonstrate the feasibility of combining LLMs with neural audio codecs

for real-time, expressive voice interactions. However, these models primarily focus on high-resource languages. Research on low-resource languages, including Moroccan Darija, remains limited. Notable efforts include the development of DarijaBERT, a BERT model trained on Moroccan Arabic dialect. These resources provide a foundation for further exploration into S2S conversational AI systems for Moroccan Darija.

#### 4. Methodology

- **Data Collection:** Curate a comprehensive dataset of Moroccan Darija speech, encompassing various dialects, contexts, and emotional expressions. Existing resources can serve as starting points.
- **Model Architecture:** Design a unified model that integrates an LLM with a neural audio codec, enabling direct S2S interactions without intermediate text representation. The model will be fine-tuned on the collected Darija dataset to capture linguistic nuances and emotional expressions.
- **Training Strategy:** Employ transfer learning techniques to adapt pre-trained LLMs to Moroccan Darija, leveraging multilingual models and cross-lingual transfer learning methodologies. Data augmentation techniques will be utilized to enhance the diversity and robustness of the training data.
- **Evaluation Metrics:** Assess the system's performance using metrics such as Word Error Rate (WER) for speech recognition accuracy, Mean Opinion Score (MOS) for speech naturalness, and user satisfaction surveys to evaluate conversational quality.

#### 5. Expected Contributions

- **Theoretical Advancement:** Provide insights into the integration of LLMs with neural audio codecs for S2S conversational AI systems in low-resource languages, contributing to the broader field of speech processing.
- **Practical Application:** Develop a robust S2S conversational AI system capable of facilitating natural and expressive dialogues in Moroccan Darija, with potential applications in virtual assistants, language learning tools, and accessibility services.

#### 6. Timeline

- **Year 1:** Conduct a comprehensive literature review, collect and preprocess the Moroccan Darija dataset, and design the model architecture.
- **Year 2:** Implement the model, initiate training, and perform preliminary evaluations.
- **Year 3:** Refine the model based on evaluation results, conduct extensive testing in real-world conversational scenarios, and prepare publications.

## 7. Resources Required

- **Computational Resources:** Access to high-performance computing facilities for model training and evaluation.
- **Data Resources:** Availability of a diverse Moroccan Darija speech dataset, encompassing various dialects and emotional expressions.
- **Collaborations:** Engagement with linguists and native speakers to ensure the model accurately captures linguistic and cultural nuances.

## 8. Conclusion

This research aims to advance the field of S2S conversational AI by developing a system tailored for Moroccan Darija. By focusing on accuracy, naturalness, and emotional expressiveness, the proposed study seeks to enhance human-computer interactions and facilitate seamless communication in low-resource language settings.

## References

- SI2M-Lab/DarijaBERT. (n.d.). Retrieved from [Hugging Face](#)

## Agentic Conversational Agents : Developing Autonomous, Adaptive Agents for Complex Situational Dialogue Management

**Supervised by: Pr. Imade Benelallam**

**Lab: SI2M/INSEA**

### Abstract:

With advancements in AI and LLMs, the concept of agentic agents—autonomous systems capable of self-directed action and adaptive decision-making—has gained traction. This research explores the development of agentic conversational agents equipped to handle complex, multi-faceted interactions. These agents are designed to operate autonomously, adapt to changing conversational contexts, and make decisions that align with predefined goals in high-stakes or complex scenarios, such as crisis response, negotiation, or advanced customer support. By employing a multi-agent framework, reinforcement learning, and real-time contextual feedback, this project aims to build conversational agents that can engage autonomously in intricate dialogues while maintaining ethical and situational awareness.

### Objectives:

1. **Framework Design for Agentic Behavior:** Create a modular architecture that enables conversational agents to exhibit agentic behaviors—goal-oriented, self-directed decision-making that aligns with the agents' purpose in complex dialogue environments.

2. Adaptive Decision-Making in Dynamic Contexts: Utilize reinforcement learning and self-supervised learning to allow agents to adapt their conversational strategies based on evolving context, user responses, and feedback loops.
3. Collaborative Multi-Agent Coordination: Develop communication and role-allocation mechanisms among multiple agentic conversational agents to handle complex, layered dialogues that require collaborative responses and varied perspectives.
4. Ethical Constraints and Safety Mechanisms: Design control mechanisms to ensure agents act ethically and adhere to defined boundaries, especially when managing complex, sensitive, or high-risk situations.
5. Scenario Testing in Complex Environments: Validate the agentic framework in simulated real-world scenarios, including emergency response coordination, multi-party negotiations, and comprehensive customer support.

#### Research Questions:

1. How can we design conversational agents that exhibit agentic, goal-oriented behavior while adapting their dialogue strategies to handle complex, dynamic interactions?
2. What learning algorithms and feedback mechanisms can empower agentic agents to navigate context shifts and maintain situational awareness in real time?
3. How can multi-agent architectures be optimized to allow collaborative decision-making among agentic conversational agents in complex, multi-faceted situations?

#### Methodology:

This research will involve developing a multi-agentic conversational framework, integrating LLM-based dialogue models with reinforcement and self-supervised learning. Each agent will be capable of autonomous, goal-oriented actions (agentic behavior) and will collaborate with other agents in high-complexity dialogues. Simulated scenarios will be used to evaluate adaptability, ethical decision-making, and successful outcome achievement in complex environments.

#### Expected Contributions:

1. A novel framework for autonomous and adaptive agentic conversational agents capable of navigating complex, multi-dimensional situations.
2. Advances in adaptive, goal-oriented dialogue systems, particularly in the domain of multi-agent coordination for complex conversational tasks.
3. Guidelines and mechanisms for ensuring ethical and safe behavior in autonomous, agentic conversational agents.

## **Improving CI/CD Pipeline in DevOps environments: AI integration and GitOps practices.**

**Pr. Manal El Bajta, [melbajta@insea.ac.ma](mailto:melbajta@insea.ac.ma)**

**Pr. Imade Benelallam, [i.benelallam@insea.ac.ma](mailto:i.benelallam@insea.ac.ma)**

Continuous Integration (CI) and Continuous Deployment (CD) are automated practices within DevOps that aim to accelerate software delivery by ensuring frequent integration of code, thorough testing, and automated deployment to production environments.

CI/CD pipelines streamline the software development lifecycle by minimizing manual interventions, reducing deployment risks, and promoting faster, more reliable code releases.

**Topics:** DevOps, CI, CD, GitOps, AI, Pipeline

### **Objectives:**

- **Current State of CI/CD Pipelines in DevOps:** Provide an overview of what CI/CD pipelines do, including stages like code integration, testing, and deployment.
- **AI Integration in CI/CD Pipelines:** Introduce the concept of AIOps (Artificial Intelligence for IT Operations) and how it can enhance DevOps.
- **GitOps as a CI/CD Enabler:** Explain GitOps, which uses Git repositories as the source of truth for CI/CD pipeline state. GitOps frameworks enable developers to manage infrastructure and applications using code.
- **Synergies Between AI and GitOps in CI/CD:** Look into how AI can improve GitOps processes, for instance, by automating decision-making in deployments or using predictive algorithms to manage resource allocation.

**MATHEMATIQUES APPLIQUEES**  
**Directeur de Thèse : Pr. Rachid Benmansour**  
**BENMANSOUR Rachid**

Sujet 1: Renforcement de la coopération dans le transport de marchandises urbain pour des villes durables.

Description du sujet : Pour relever les défis posés par la croissance des populations urbaines, il est nécessaire de mettre en place des systèmes de transport de marchandises urbains innovants et collaboratifs. L'objectif de ce sujet est de trouver des solutions pour le transport des passagers et

des marchandises afin d'améliorer l'attrait et la qualité de vie des villes, tout en prenant en considération les contraintes et les objectifs des différentes parties prenantes.

#### Références

1. Cleophas, C., Cottrill, C., Ehmke, J. F., & Tierney, K. (2019). Collaborative urban transportation: Recent advances in theory and practice. *European Journal of Operational Research*, 273(3), 801-816.
2. Aktas, E., Bourlakis, M., & Zisis, D. (2021). Collaboration in the last mile: evidence from grocery deliveries. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(3), 227-241.
3. Bhasker, A., Sarmah, S. P., & Kim, T. (2019). Collaborative last-mile delivery and pick-up in city logistics. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 34(4), 533-553.
4. Argyropoulou, M., Zisis, D., Korfiatis, N., & Zampou, E. (2023). Horizontal collaboration in the last mile distribution: gauging managerial response to disruption and abnormal demand. *Benchmarking: An International Journal*, 30(2), 460-474.

Sujet 2 : Logistique collaborative et 3PL : vers un modèle hybride pour réinventer la livraison

Description du sujet : Dans un contexte où les entreprises doivent constamment adapter leurs stratégies logistiques pour répondre aux exigences d'un marché en pleine transformation, la collaboration entre la logistique collaborative et les prestataires logistiques tiers émerge comme une solution innovante. Ce sujet de recherche propose d'explorer ce modèle hybride, qui permet aux 3PL d'intégrer des capacités de transport partagées pour mieux gérer les variations de demande, améliorer la flexibilité des livraisons et optimiser les coûts sans investissements supplémentaires. Cette approche vise à comparer l'efficacité de cette collaboration par rapport aux modèles traditionnels et à identifier les conditions de succès pour une gestion plus durable et rentable des opérations de livraison.

Sujet 3 : Planification de la maintenance périodique intégrant la gestion et le recyclage des pièces de rechange.

Description du sujet :



Ce sujet vise à développer un modèle de planification pour la maintenance périodique des machines, en intégrant la gestion durable des pièces de rechange et les options de recyclage en fin de vie. L'objectif est de réduire les coûts de maintenance et d'exploitation tout en favorisant la durabilité des composants et en minimisant l'impact environnemental grâce à des pratiques de recyclage efficaces.