

Royaume du Maroc  
Haut-Commissariat au Plan  
Institut National de Statistique et d'Économie Appliquée

---

## **CENTRE D'ETUDES DOCTORALES**

**LABORATOIRE SI2M**

**SUJETS 2023/2024**

**FORMATION DOCTORALE**

**« SYSTEMES D'INFORMATION, SYSTEMES INTELLIGENTS ET  
MATHEMATIQUES APPLIQUEES**

# SYSTEMES INTELLIGENTS

---

## SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 1 : Utilisation des LLMs (Large Language Models) pour la Génération de Conceptions Architecturales Avancées pour les Utilisateurs Professionnels et le Grand Public

Pr. Z. Erraji & Pr. I. Benelallam

Les Modèles de Langage (Large Language Models, LLM (Exemple GPT-4)) ont révolutionné le domaine de la génération de texte en produisant un langage naturel presque indiscernable de celui écrit par des humains. Cette technologie offre un potentiel considérable pour l'automatisation de tâches complexes, y compris la génération de conceptions architecturales.

Le sujet de thèse explore comment les LLM, peuvent être utilisés pour générer des conceptions architecturales avancées, adaptées à la fois aux besoins des professionnels de l'architecture et du design, ainsi qu'aux attentes du grand public. Les objectifs de ce sujet de thèse incluent la recherche de méthodologies et d'outils pour utiliser efficacement les LLM dans la génération de concepts architecturaux innovants et esthétiques. Ce sujet de thèse vise à explorer les possibilités, les limites et les implications éthiques de l'utilisation des LLM dans la conception architecturale, tout en mettant l'accent sur la création de modèles de génération adaptés aux différents niveaux de compétence et d'expertise, pour des applications allant des projets professionnels complexes aux projets personnels de design architectural.

### Références

- :
- Händler, Thorsten. "Balancing Autonomy and Alignment: A Multi-Dimensional Taxonomy for Autonomous LLM-powered Multi-Agent Architectures." *arXiv preprint arXiv:2310.03659* (2023).
  - Yuan, Jinliang, et al. "Rethinking Mobile AI Ecosystem in the LLM Era." *arXiv preprint arXiv:2308.14363* (2023).
  - Jeong, Cheonsu. "A Study on the Implementation of Generative AI Services Using an Enterprise Data-Based LLM Application Architecture." *arXiv preprint arXiv:2309.01105* (2023).

## SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 2 : Sécurisation des Modèles de Langage à Grande Échelle (LLMs) grâce à la Technologie Blockchain

Pr. Z. Erraji & Pr. I. Benelallam

La blockchain est une technologie de registre distribué, constituant un système sécurisé et transparent où les transactions sont consignées de manière immuable et partagée entre les participants. Chaque bloc de données est cryptographiquement lié au précédent, formant une chaîne

infalsifiable. Cette architecture décentralisée assure la confiance et l'intégrité des informations, éliminant le besoin d'une tierce partie de confiance.

Les Modèles de Langage à Grande Échelle (LLMs), d'autre part, sont des architectures de traitement du langage naturel qui permettent une compréhension avancée et une génération de texte de haute qualité. Ils sont utilisés dans divers domaines, tels que la traduction automatique, la génération de contenu et l'analyse du langage naturel. Ces modèles peuvent être comparés à des data lakes dans la mesure où ils stockent et traitent d'énormes quantités de données pour améliorer leurs performances.

L'importance de la blockchain réside dans son système distribué et décentralisé. En utilisant des algorithmes de consensus, elle garantit que toutes les parties prenantes ont une copie identique du registre, éliminant ainsi le risque de manipulation malveillante ou de défaillance d'un point central. Dans le contexte des LLMs et des systèmes d'information, cela se traduit par une sécurité accrue, une transparence accrue et une réduction des risques liés à la confidentialité et à la sécurité des données.

Ce sujet de thèse s'inscrit dans le contexte émergent de l'utilisation des blockchains pour sécuriser les différentes composantes des Modèles de Langage à Grande Échelle et des systèmes d'information. Il explore comment cette technologie peut renforcer la sécurité, la gestion des accès et la traçabilité des données, contribuant ainsi à créer des environnements plus fiables et résilients pour le stockage et le traitement des données à grande échelle.

Références:

- Golosova, Julija, and Andrejs Romanovs. "The advantages and disadvantages of the blockchain technology." *2018 IEEE 6th workshop on advances in infor*
- Carlini, Nicholas, et al. "Extracting training data from large language models." *30th USENIX Security Symposium (USENIX Security 21)*. 2021.
- Steria, Sopra. "A blockchain-based healthcare platform for secure personalised data sharing." *Public Health Inform. Proc. MIE 281* (2021): 208.
- Liu, Yiheng, et al. "Summary of ChatGPT-Related Research and Perspective Towards the Future of Large Language Models." *Meta-Radiology* (2023): 100017.

## **SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 3 : Système d'Interrogation des Bases de Données par Traduction Automatisée du Langage Naturel Utilisant les Techniques Deep Learning**

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

Résumé : Cette thèse s'attache à la conception d'une approche et à la mise en œuvre d'un système d'interrogation de bases de données révolutionnaire qui se situe à l'intersection du traitement du langage naturel et des techniques de Deep Learning. L'objectif principal de cette recherche est de créer un système automatisé capable de traduire de manière précise et efficace des requêtes formulées en langage naturel en instructions SQL, permettant ainsi aux utilisateurs non techniques d'accéder facilement et intuitivement aux bases de données.

L'utilisation croissante des bases de données dans de nombreux domaines tels que la gestion d'entreprise, la recherche scientifique et l'analyse de données a engendré un besoin pressant de faciliter l'interaction avec les données, en particulier pour ceux qui ne maîtrisent pas les langages techniques d'interrogation des bases de données tel que le langage SQL. C'est là que les techniques de Deep Learning entrent en jeu. En exploitant des modèles de Deep Learning, nous visons à concevoir une approche et développer un système capable de comprendre et d'interpréter les demandes formulées en langage naturel, puis de les traduire de manière transparente en requêtes SQL appropriées.

L'originalité de ce sujet de recherche réside dans sa démarche multidisciplinaire, combinant l'intelligence artificielle, le traitement du langage naturel, et les bases de données. En utilisant des réseaux de neurones profonds et des modèles d'apprentissage automatique, ce système devrait être en mesure de gérer des requêtes complexes tout en fournissant des résultats précis et pertinents. L'impact potentiel de cette recherche est considérable, car elle élimine les barrières techniques pour l'accès aux données, permettant ainsi aux professionnels et aux chercheurs d'exploiter pleinement le potentiel de leurs bases de données.

Au terme de cette recherche, Le résultat attendu est la conception d'une approche sophistiquée qui transformera la manière dont les individus interagissent avec les bases de données, en ouvrant de nouvelles perspectives pour l'analyse de données, la prise de décision basée sur des informations précises, et la recherche scientifique.

**SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 4 : Artificial intelligence (AI) usage in Software Development (DevOps), Data Engineering (DataOps) and Security (DevSecOps) workflows**

**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)**

By leveraging the use of AI in there workflows, organizations benefit from the improved speed, accuracy, and reliability of there products life-cycle. Which, in turn, leads to faster deployments, reduced errors, secure environment, and increased overall security productivity.

Question to answer: How to leverage Artificial Intelligence in the DevOps, DataOps and DevSecOps workflows ?

Preliminary notes:

Topics: Artificial intelligence (AI), Data Engineering , Software Development , DevOps, DataOps, DevSecOps, Software life-cycle.

Objectives:

- We explore how AI can improve DevOps workflow efficiency by automating more tasks and reduce human interaction which will lead to less errors and less ETAs. AI can also optimize resources used during the software life-cycle.
- AI can be used to increase DataOps workflows efficiency in multiple phases by enhancing models and data quality all over the process.
- AI can improve software security during all life-cycle phases by automating advanced threat detection and identifying potential vulnerabilities.

## **SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 5 : Towards Analytics Pipeline for Process Mining anomaly detection from IoT Data**

**Pr. Maryam RADGUI, [m.radgui@insea.ac.ma](mailto: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

## **SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 6 : Exploring the Enhancement of Automated Software Testing through Machine Learning.**

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

Quality assurance plays a crucial role in providing dependable and effective software applications to end users within the constantly changing software development environment. Automation testing services have become an essential component of the software development life cycle, aiding teams in securing product stability and functionality. Integrating Machine Learning (ML) into automation testing has shifted the paradigm, revolutionizing how quality assurance is approached.

Question to answer:

1. Why is quality assurance important in the context of software development?
2. How have automation testing services become an integral part of the software development life cycle?
3. What are the key benefits that automation testing services bring to software development teams?
4. In what ways does integrating Machine Learning (ML) impact the field of automation testing?
5. How does the integration of ML change the traditional approach to quality assurance in software development?

Topics: Machine Learning (ML), Test, Quality Assurance, Software Development

Objectives:

- Deliver Reliable and Efficient Applications: The primary objective is to ensure the delivery of software applications that are both reliable and efficient to end users. This involves minimizing defects, improving performance, and enhancing the user experience.

- Incorporate Automation Testing: An essential goal is to integrate automation testing services into the software development life cycle. This automation aids in guaranteeing the stability and functionality of the software throughout its development and subsequent deployment phases.

- Revolutionize Quality Assurance with Machine Learning: The introduction of Machine Learning (ML) into automation testing is aimed at revolutionizing the traditional approach to quality assurance. The objective is to leverage ML to enhance the effectiveness and efficiency of quality assurance processes.

Overall, the main objectives are to optimize software quality, streamline the development process, and harness the potential of machine learning to bring about significant improvements in the field of quality assurance.

# SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 17 : Towards a Preliminary Baseline Large Language Model for Moroccan Dialect

**Pr. Imade Benelallam**

Natural Language Processing (NLP) stands at the forefront of artificial intelligence, enabling machines to understand, interpret, and generate human language in a way that is both meaningful and useful. The advent of Large Language Models (LLMs) such as GPT, Mistral, Llama, and FANCON has revolutionized this domain, offering unprecedented capabilities in language comprehension and production. These models have been particularly transformative, setting the benchmark for what artificial intelligence can achieve in understanding complex language patterns.

However, the Moroccan dialect—a rich tapestry of linguistic influences—presents unique challenges that have yet to be fully addressed by the current NLP models. Its intricate blend of Arabic, Berber, French, and Spanish elements makes it a linguistically diverse yet underrepresented language in the digital realm. This gap underscores a critical need within the field: the development of a robust LLM that can accurately process and generate the Moroccan dialect.

The objective of this thesis is to establish a preliminary baseline LLM specifically designed for Moroccan dialect. This endeavor is not merely academic; it is a step towards bridging the linguistic digital divide, ensuring that the Moroccan community is represented in the ongoing digital transformation. By tailoring an LLM to handle the nuances of Moroccan dialect, this research aims to pave the way for a host of applications, from improved voice recognition systems to culturally nuanced chatbots that can serve the local population in their native dialect.

The significance of this study is manifold. On a practical level, it promises to enhance technology adoption within Morocco, providing tools that are culturally and linguistically relevant to its users. Academically, it contributes to the body of knowledge in computational linguistics, offering insights into the processing of a dialect that has been historically overlooked. Moreover, it sets a precedent for the development of language models for other regional languages, potentially impacting a wider spectrum of linguistic communities.

In conclusion, this thesis is poised to make a notable contribution to the NLP field, enriching it with a model that respects the linguistic diversity of Moroccan dialect. It stands as a testament to the progress in AI that is inclusive, accessible, and reflective of the rich linguistic heritage of humanity.

## **Methodology:**

### **Data Collection and Preprocessing:**

- **Corpus Assembly:** A foundational aspect of this methodology is the meticulous assembly of a diverse corpus. Data will be sourced from a variety of text genres, including social media, transcribed speech, literature, and journalistic text, ensuring a rich representation of the Moroccan dialect.
- **Data Cleaning and Annotation:** Following collection, the corpus will undergo rigorous cleaning and annotation. Special attention will be paid to the code-switching nature of Moroccan dialect, and efforts will be made to annotate linguistic features accurately.



### **Model Architecture and Adaptation:**

- Choice of Architecture: Inspired by FANCON LLM, the model will likely be a transformer-based neural network, renowned for its effectiveness in language modeling. The exact architecture will be chosen based on its ability to handle the unique challenges presented by Moroccan dialect.
- Transfer Learning: To capitalize on existing linguistic knowledge, the methodology will incorporate transfer learning from pre-existing models. This involves fine-tuning a pre-trained model on the Moroccan dialect corpus, adapting it to grasp the nuances of the language.

### **Training Process:**

- Iterative Training: The model will be trained iteratively, with continuous evaluations to monitor the learning process. Adjustments to the training regime will be made as necessary to optimize performance.
- Evaluation Metrics: A range of metrics, including perplexity and BLEU score, will be used to evaluate the model's language generation capabilities. Additionally, qualitative assessments will be conducted to ensure that generated text is coherent and culturally relevant.

### **Pilot Application Development and Feedback Integration:**

- Application Development: Small-scale pilot applications will be developed to showcase the model's utility. These may include a conversational agent or a text completion tool tailored for the Moroccan dialect.
- User Feedback: Crucial to the methodology is the integration of user feedback. The model's performance will be assessed in real-world settings, and feedback from native speakers will be used to guide further refinements.

### **Ethical Considerations and Bias Mitigation:**

- Bias Assessment: Continuous assessments will be conducted to identify and mitigate any biases in the model. This includes biases that may arise from unbalanced data or the model's predictions.
- Privacy and Anonymization: In line with the FANCON LLM's approach, data privacy will be a priority. Steps will be taken to anonymize the data to protect the identity of individuals whose text may be included in the corpus.

### **References:**

GPT : [https://cdn.openai.com/research-covers/language-unsupervised/language\\_understanding\\_paper.pdf](https://cdn.openai.com/research-covers/language-unsupervised/language_understanding_paper.pdf)

Mistral 7B : <https://arxiv.org/abs/2310.06825>

Fancon : <https://arxiv.org/abs/2306.01116>

Llama : <https://paperswithcode.com/method/llama>

## SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 18 : Intégration de l'Intelligence Artificielle dans le Diagnostic Médical pour la Médecine Personnalisée et la Découverte de Médicaments

Pr. Adil Kabbaj et Pr. Hind Lamharhar

**Descriptif:** La recherche médicale contemporaine est de plus en plus axée sur la médecine personnalisée, visant à adapter les traitements et les diagnostics en fonction des caractéristiques individuelles des patients. Dans ce contexte, l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) offre un potentiel énorme pour améliorer à la fois le diagnostic médical et la découverte de médicaments. Cette thèse propose d'explorer comment l'IA peut être intégrée de manière synergique dans ces trois domaines clés : le diagnostic médical, la médecine personnalisée et la découverte de médicaments.

### Objectifs de recherche :

1. Développement d'algorithmes d'IA pour améliorer la précision du diagnostic médical en utilisant des données cliniques, d'imagerie médicale et des données génétiques.
  2. Étude de l'impact de la médecine personnalisée sur la prise de décision clinique, en prenant en compte les facteurs génétiques, environnementaux et comportementaux.
  3. Utilisation de l'IA pour identifier de nouvelles cibles thérapeutiques et optimiser la conception de médicaments, en tenant compte des spécificités individuelles des patients.
  4. Intégration de ces trois domaines pour proposer un modèle de soins de santé plus efficace et personnalisé, en mettant en œuvre des outils d'IA pour guider la prise de décision médicale.
- Ce sujet de recherche de thèse vise à combler le fossé entre le diagnostic médical, la médecine personnalisée et la découverte de médicaments en utilisant des technologies d'IA avancées. Il offre un potentiel significatif pour améliorer la qualité des soins de santé en adaptant les traitements et les diagnostics aux besoins individuels des patients, tout en identifiant de nouvelles opportunités pour la recherche pharmaceutique.

### References

- Shuroug A. et al., BMC Medical Education (2023) 23:689 <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>

## SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 19 : Intégration des Knowledge Graphs pour l'Amélioration de la Compréhension Contextuelle dans les Modèles de Langage Large (LLM)

Pr. Adil Kabbaj et Pr. Hind Lamharhar

**Description :** Cette recherche vise à explorer comment les Knowledge Graphs peuvent être intégrés de manière efficace dans les modèles de langage large, comme GPT-3, pour améliorer leur capacité à comprendre et générer du texte de manière contextuelle. Les Knowledge Graphs sont des structures de données sémantiques riches, représentant les relations entre les entités du monde réel, et leur intégration dans les LLM pourrait aider à mieux contextualiser les informations, améliorer la réponse aux questions, la génération de textes cohérents, et bien plus encore. Cette étude se penchera sur les méthodes d'extraction, d'encodage et d'utilisation des informations des Knowledge Graphs dans les modèles LLM, avec un accent sur les avantages et les défis liés à cette approche innovante.

Cette étude se penchera sur les méthodes d'extraction, d'encodage et d'utilisation des informations des Knowledge Graphs dans les modèles LLM, avec un accent sur les avantages et les défis liés à cette approche innovante. Elle explorera également comment cette intégration

peut être appliquée à différents domaines, notamment l'assistance médicale intelligente, où les Knowledge Graphs permettront aux professionnels de la santé de poser des diagnostics plus précis, de recommander des traitements appropriés et de fournir des informations aux patients de manière compréhensible, améliorant ainsi la qualité des soins de santé.

#### **Références :**

- Pan, Shirui and Luo, Linhao and Wang, Yufei and Chen, Chen and Wang, Jiapu and Wu, Xindong , *Unifying Large Language Models and Knowledge Graphs: A Roadmap*, arXiv preprint arxiv:306.08302},2023
- Haziqa Sajid | Jul 2, 2023 , *Combining Large Language Models and Knowledge Graphs* ; <https://www.wisecube.ai/blog/combining-large-language-models-andknowledge-graphs/>
- Liang Yao, Jiazhen Peng , Chengsheng Mao, Yuan Luo , *Exploring Large Language Models for Knowledge Graph Completion* , sep, 2023

## SYSTEMES INTELLIGENT - Sujet 20 : Méthode de génération de légendes d'images basée sur l'espace visuel et multimodal

Pr. Mohamed Nabil SAIDI et Pr. Ibtissam AL SAIDI

### Description de la thèse :

La génération de légendes pour les images a récemment suscité un vif intérêt au sein de la communauté de la vision par ordinateur. L'objectif de la génération de légendes pour les images est de décrire le contenu analysé de ces images. Cette problématique est d'un grand intérêt en raison de ses applications pratiques importantes et du défi qu'elle représente pour la vision par ordinateur dans la compréhension du contenu des images.

Cette thèse vise à explorer et développer une méthode de pointe pour générer des légendes pour des images en utilisant une approche multimodale qui combine des informations visuelles extraites des images avec des informations textuelles. Elle se concentre sur l'application de l'apprentissage profond pour résoudre ce défi complexe. La recherche dans ce domaine est motivée par le besoin de systèmes de vision par ordinateur et de traitement du langage naturel capables de comprendre et de décrire des images de manière contextuelle, ce qui a des implications importantes dans des domaines tels que l'accessibilité des médias, les systèmes de recommandation multimodaux, et bien d'autres.

### Objectif de la thèse :

- Concevoir et mettre en œuvre une approche de fusion multimodale avancée pour combiner les informations visuelles extraites des images avec des informations textuelles.
- Explorer l'utilisation de différentes architectures d'apprentissage profond pour générer des légendes en prenant en compte les espaces visuels et multimodaux.
- Expérimenter avec diverses techniques de traitement du langage naturel et d'apprentissage profond pour améliorer la qualité, la cohérence et la pertinence des légendes générées.
- Évaluer les performances de la méthode proposée sur des ensembles de données d'images et de légendes en utilisant des métriques d'évaluation appropriées.

### Mots clés

Apprentissage profond, Génération de légendes d'images ou image captioning, espace visuel, apprentissage profond, espace multimodal, fusion multimodale, traitement du langage naturel.

### Références :

[1] H. Sharma and D. Padha, "From Templates to Transformers: A survey of Multimodal Image Captioning Decoders," *2023 International Conference on Computer, Electronics & Electrical Engineering & their Applications (IC2E3)*, Srinagar Garhwal, India, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/IC2E357697.2023.10262494.

[2] Xu, Liming, Quan Tang, Jiancheng Lv, Bochuan Zheng, Xianhua Zeng, and Weisheng Li. "Deep Image Captioning: A Review of Methods, Trends and Future Challenges." *Neurocomputing* (2023): 126287.

# SYSTEMES D'INFORMATION

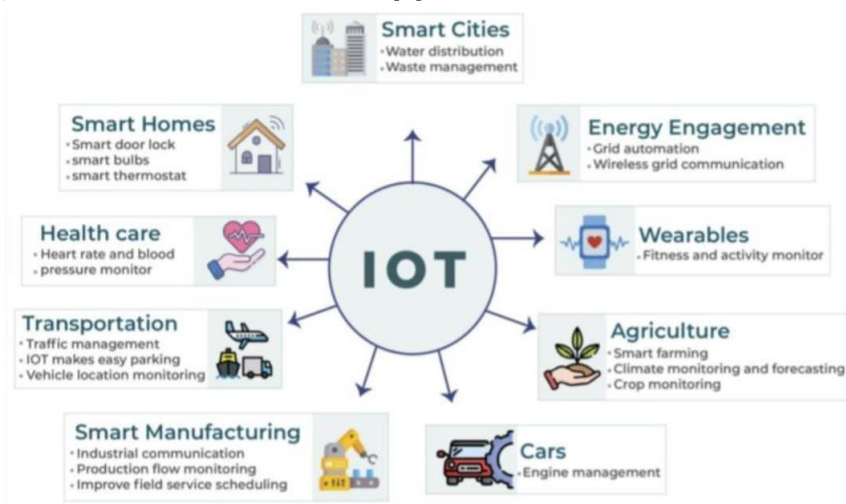
## SYSTEMES D'INFORMATION - Sujet 7 : User-centric methodologies for managing requirements in IoT systems

Pr. Rajaa SAIDI, [r.saidi@insea.ac.ma](mailto:r.saidi@insea.ac.ma)

[https://www.researchgate.net/profile/Rajaa\\_Saidi](https://www.researchgate.net/profile/Rajaa_Saidi)

### Presentation

Recently, Internet of Things (IoT) technology has emerged in many aspects of life, such as transportation, healthcare and even education [1]



IoT applications and services [1]

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.

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

## 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

# MATHEMATIQUES APPLIQUEES

---

## **MATHEMATIQUES APPLIQUEES - Sujet 8 : Planification et ordonnancement des opérations chirurgicales**

**Prs. R. Benmansour & A. Kadrani**

Description du sujet : Pour la plupart des hôpitaux, les bonnes performances et la haute efficacité des salles opératoires jouent un rôle crucial dans l'amélioration des prestations hospitalières et de la qualité des services fournis aux patients. Ainsi, la planification et l'ordonnancement des opérations chirurgicales jouent un rôle essentiel dans l'adéquation efficace de l'offre et de la demande de la chirurgie. Plusieurs facteurs interviennent et rendent compliquée la planification et la programmation de la chirurgie. L'objet de ce sujet de recherche est d'apporter une aide aux responsables du bloc opératoire qui ont besoin de méthodes et d'outils d'aide à la décision pour utiliser efficacement les ressources disponibles tout en prenant en compte les incertitudes liées à ce type de problème (durée de la chirurgie, arrivée de patients supplémentaires urgents, annulations le jour de la chirurgie, etc.).

Références :

- Bouguerra, Afef. (2017). Optimisation et aide à la décision pour la programmation des opérations électives et urgentes.
- Carrasco, Rodrigo & Azar, Macarena & Mondschein, Susana. (2021). Dealing with Uncertain Surgery Times in Operating Room Scheduling. European Journal of Operational Research. 10.1016/j.ejor.2021.09.010.
- Zhu, Shuwan & Fan, Wenjuan & Yang, Shanlin & Pei, Jun & Pardalos, P. (2019). Operating room planning and surgical case scheduling: a review of literature. Journal of Combinatorial Optimization. 37. 10.1007/s10878-018-0322-6.

## **MATHEMATIQUES APPLIQUEES - Sujet 9 : Conception et évaluation d'algorithmes d'approximation pour l'optimisation des problèmes d'ordonnancement avec serveur partagé.**

**Pr. R. Benmansour & ELIDRISSI**

Description du sujet : Les problèmes d'ordonnancement consistent à organiser et à planifier des tâches ou des activités dans un ordre optimal, tout en respectant certaines contraintes, telles que les délais, les ressources disponibles, ou les priorités. La conception d'algorithmes d'approximation vise à développer des algorithmes efficaces pour résoudre ces problèmes NP-difficiles en trouvant des solutions proches de l'optimalité, même dans des situations complexes.

## **MATHEMATIQUES APPLIQUEES - Sujet 10 : Renforcement de la coopération dans le transport de marchandises urbain pour des villes durables.**

**Pr. R. Benmansour**

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.

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.

NB. : Possibilité de bourse pour ce sujet.

### **Références**

1. Kravchenko, S. A., & Werner, F. (1997). Parallel machine scheduling problems with a single server. *Mathematical and Computer Modelling*, 26(12), 1-11.
2. Elidrissi, A., Benmansour, R., Zufferey, N., Benbrahim, M., & Duvivier, D. (2023). Minimization of maximum lateness on parallel machines with a single server and job release dates. *4OR*, 1-35.
3. Benmansour, R., Braun, O., & Hanafi, S. (2019). The single-processor scheduling problem with time restrictions: complexity and related problems. *Journal of Scheduling*, 22(4), 465-471.
4. Caprara, A., Kellerer, H., Pferschy, U., & Pisinger, D. (2000). Approximation algorithms for knapsack problems with cardinality constraints. *European Journal of Operational Research*, 123(2), 333-345.

### **Profils souhaités :**

Les candidats doivent être titulaires d'un Master/Diplôme d'ingénieur en génie industriel, ou en recherche opérationnelle, ou en informatique, ou en mathématiques appliquées.

Les compétences recherchées sont :

- Capacité avérée à faire de la recherche.
- Bonne maîtrise de la langue anglaise.
- Bonne connaissance des méthodes d'optimisation exactes et métaheuristiques.
- Maîtrise d'un langage de programmation : C, C++, Python, etc.



**MATHEMATIQUES APPLIQUEES - Sujet 21: Essays in games theory: Implementation of solutions of simple games and fair allocation problems with a variety of players**

Pr. Ahmed Doghmi

**Description.** We consider an environment with a finite set of agents and a set of alternatives. Each agent has a preference relation over the set of alternatives. A correspondence associates a non-empty subset of the set of alternatives with each preference profile. A mechanism is a list of strategy sets, one strategy set for each agent, and a function that associates an alternative with each strategy profile. Given an equilibrium concept, a mechanism implements a correspondence in the equilibrium, if for each preference profile the set of equilibrium outcomes of the game derived from the mechanism coincides with the set of alternatives given by the correspondence. In this context, we consider two environments: 1) Simple games, which describe the power distribution among coalitions in a society or group of individuals. We implement the monotonic sub-weak core solutions for standard agents and the non-monotonic sub-weak core solutions by enabling all players to be partially honest.

2) Fair allocation problems for which there is an amount of certain infinitely divisible goods that to be allocated among a set of agents. In this second environment, we implement some monotonic and non-monotonic solutions to these problems for standard and partially honest agents.

The successful applicants should hold a master's degree in mathematics and games theory. The appointment is a 100 doctoral position and it consists of three areas. Firstly, it includes the writing of a dissertation under the supervision of Professor Ahmed Doghmi. The thesis must to be completed within three to four years. Secondly, we require that you work full-time on the thesis research project. We expect you to participate in seminar, workshop and international congresses, and publish in scientific journals. Finally, you are required to complete the Doctoral Programme at INSEA.

## References

- [1] R. Aumann. Acceptable points in general cooperative n-person games. *in Contribution to the Theory of Games IV, Princeton Univ. Press, Princeton, N.J., 1959.*
- [2] J-P. Benoît and E-A. Ok. Maskin's theorem with limited veto power. *Games and Economic Behavior*, 55:331–339, 2006.
- [3] O. Bochet. Nash implementation with lottery mechanisms. *Social Choice and Welfare*, 28:111–125, 2007.
- [4] L. Corchon. The theory of implementation of socially optimal decisions in economics. *London: Macmillan, 1996.*
- [5] V. Danilov. Implementation via Nash equilibrium. *Econometrica*, 60:43–56, 1992.
- [6] P. Dasgupta, P. Hammond, and E. Maskin. The implementation of social choice rules: some general results on incentive compatibility. *Review of Economic Studies*, 46:181–216, 1979.
- [7] G. Debreu and H. Scarf. A limit theorem on the core of an economy. *International Economic Review*, 4:235–246, 1963.
- [8] A. Doghmi. On Nash implementability in allotment economies under domain restrictions with indifference. *The B.E. Journal of Theoretical Economics*, 16:767–

795, 2016.

- [9] A. Doghmi and A. Ziad. Reexamination of Maskin's theorem on Nash implementability. *Economics Letters*, 100:150–152, 2008 a.
- [10] A. Doghmi and A. Ziad. Nash implementation in exchange economies with single-peaked preferences. *Economics Letters*, 100:157–160, 2008 b.
- [11] A. Doghmi and A. Ziad. On partially honest Nash implementation in private good economies with restricted domains: A sufficient condition. *The B.E. Journal of Theoretical Economics*, 13:1–14, 2013.
- [12] A. Doghmi and A. Ziad. Nash implementation in private good economies with single-plateaued preferences and in matching problems. *Mathematical Social Sciences*, 73:32–39, 2015.
- [13] B. Dutta and A. Sen. A necessary and sufficient condition for two-person Nash implementation. *Review of Economic Studies*, 58:121–128, 1991a.
- [14] B. Dutta and A. Sen. Implementation under strong equilibrium: a complete characterization. *Journal of Mathematical Economics*, 20:49–67, 1991b.
- [15] B. Dutta and A. Sen. Nash implementation with partially honest individuals. *Games and Economic Behavior*, 74:154–169, 2012.
- [16] F. Echenique and J. Oviedo. Core many-to-one matchings by fixed-point methods. *Journal of Economic Theory*, 115:358–376, 2004.
- [17] A. Erdil and H. Ergin. Two-sided matching with indifference. *Journal of Economic Theory*, 171:268–292, 2017.
- [18] A. Feldman and A. Kirman. Fairness and envy. *American Economic Review*, 64:995–1005, 1974.
- [19] P. Frustrup and H. Keiding. Strongly implementable social choice correspondences and the supernucleus. *Social Choice and Welfare*, 18:213–226, 2001.
- [20] D. Gale and L. Shapley. College admission and the stability of marriage. *American Mathematical Monthly*, 69:9–15, 1962.
- [21] R. Holzman. Sub-core solutions of the problem of strong implementation. *International Journal of Game Theory*, 16:263–269, 1987.
- [22] R-W. Irving. Stable marriage and indifference. *Discrete Applied Mathematics*, 48:261–272, 1994.
- [23] M. Jackson. A crash course in implementation theory. *Social Choice and Welfare*, 18:655–708, 2001.
- [24] T. Kara and T. Sönmez. Nash implementation of matching rules. *Journal of Economic Theory*, 68:425–439, 1996.
- [25] T. Kara and T. Sönmez. Implementation of college admission rules. *Economic Theory*, 9:197–218, 1997.
- [26] N. Kartik, O. Tercieux, and R. Holden. Simple mechanisms and preferences for honesty.

*Games and Economic Behavior*, 83:284–290, 2014.

- [27] S. Kolm. Justice et équité. *Paris: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1972. English Edition, M.I.T. Press, Cambridge, 1988.*
- [28] V. Korpela. A simple sufficient condition for strong implementation. *Journal of Economic Theory*, 148:2183–2193, 2013a.
- [29] V. Korpela. Nash implementation of stable many-to-one matching rules: a full characterization of the case with no externalities. *Working paper*, 2013b.
- [30] V. Korpela. Bayesian implementation with partially honest individuals. *Social Choice and Welfare*, 43:647–658, 2014.
- [31] M. Lombardi and N. Yoshihara. Treading a fine line: (im) possibilities for Nash implementation with partially-honest individuals. *Games and Economic Behavior*, 111:203–216, 2018.
- [32] E. Maskin. Nash equilibrium and welfare optimality. M.I.T. *mimeo*, 1977.
- [33] E. Maskin. Implementation and strong Nash equilibrium. in :J.-J. Laffont (Ed.), *Agregation and Revelation of Preferences*, North Holland, Amsterdam, 1979.
- [34] E. Maskin. Nash equilibrium and welfare optimality. *Review of Economic Studies*, 66:23–38, 1999.
- [35] E. Maskin and T. Sjöström. Implementation theory. in K. Arrow, A. Sen, and K. Suzumura, (eds.), *Handbook of Social Choice and Welfare, Vol. I*, Amsterdam: Elsevier, pages 237–288, 2002.
- [36] R.D. McKelvey. Game forms for Nash implementation of general social choice correspondence. *Social choice and Welfare*, 6:139–156, 1989.
- [37] J. Moore and R. Repullo. Nash implementation: a full characterization. *Econometrica*, 58:1083–1100, 1990.
- [38] H. Moulin and B. Peleg. Cores of effectivity functions and implementation theory. *Journal of Mathematical Economics*, 10:115–145, 1982.
- [39] J. Ortner. Direct implementation with minimal honest individuals. *Games and Economic Behavior*, 90:1–16, 2015.
- [40] R. Repullo. A simple proof of Maskin’s theorem on Nash implementation. *Social Choice and Welfare*, 4:39–41, 1987.
- [41] A-E. Roth. The evolution of the labor market for medical interns and residents: a case study in game theory. *Journal of Political Economy*, 92:991–1016, 1984.
- [42] A-E. Roth. The college admissions problem is not equivalent to the marriage problem. *Journal of Economic Theory*, 36:277–288, 1985a.
- [43] A-E. Roth. Conflict and coincidence of interest in job matching: some new results and open questions. *Mathematics of Operations Research*, 10:379–389, 1985b.
- [44] A-E. Roth and M. Sotomayor. Two-sided matching: a study in game-theoretic modelling and analysis. *Econometric Society Monographs No. 18*, Cambridge University Press, Cambridge England, 1990.

- [45] T. Saijo. Strategy space reduction in Maskin's theorem: sufficient conditions for Nash implementation. *Econometrica*, 56:693–700, 1988.
- [46] A. Saporiti. Securely implementable social choice rules with partially honest agents. *Journal of Economic Theory*, 154:2016–228, 2014.
- [47] F. Savva. Strong implementation with partially honest individuals. *Journal of Mathematical Economics*, 78:27–34, 2018.
- [48] D. Schmeidler and K. Vind. Fair net trades. *Econometrica*, 40:637–42, 1972.
- [49] S. Shin and S.-C. Suh. A mechanism implementing the stable rule in marriage problems. *Economics Letters*, 51:185–189, 1996.
- [50] T. Shinotsuka and K. Takamiya. The weak core of simple games with ordinal preferences: implementation in Nash equilibrium. *Games and Economic Behavior*, 44:379–389, 2003.
- [51] T. Sjöström. On the necessary and sufficient conditions for Nash implementation. *Social Choice and Welfare*, 8:333–340, 1991.
- [52] M. Sotomayor. Three remarks on the many-to-many stable matching problem. *Mathematical Social Sciences*, 38:55–70, 1999.
- [53] S. Suh. Implementation with coalition formation—a complete characterization. *Journal of Mathematical Economics*, 26:409–428, 1996.
- [54] W. Thomson. Manipulation and implementation to solutions to the problem of fair allocations when preferences are single-peaked. *Mimeo*, University of Rochester, 1990.
- [55] W. Thomson. Implementation to solutions to the problem of fair allocations when preferences are single-peaked. *Review of Economic Design*, 14:1–15, 2010.
- [56] W. Thomson. Fair allocation rules. *Handbook of Social Choice and Welfare, Chapter Twenty-One*, 2:393–506, 2011.
- [57] H. Varian. Equity, envy, and efficiency. *Journal of Economic Theory*, 9:63–91, 1974.
- [58] K. Vind. Lecture notes in mathematical economics. *Mimeo*, 1972.
- [59] T. Yamato. On Nash implementation of social choice correspondences. *Games and Economic Behavior*, 3:484–492, 1992.
- [60] A. Ziad. On the necessary and sufficient conditions for Nash implementation. *Economics Letters*, 56:209–213, 1997.
- [61] A. Ziad. A new necessary condition for Nash implementation. *Journal of Mathematical Economics*, 29:381–387, 1998.