

## *Sujet de Thèse:*

### ***Optimisation durable de la gestion des ressources naturelles par l'intelligence artificielle: une approche multi-objectifs et prédictive***

#### **Description du Sujet**

La gestion durable des ressources naturelles constitue un enjeu majeur à l'échelle mondiale, notamment dans un contexte de changement climatique, de croissance démographique et d'urbanisation rapide. L'exploitation inefficace de ressources telles que l'eau, l'énergie et les terres agricoles entraîne des déséquilibres écologiques, la surexploitation des écosystèmes et une augmentation des émissions de gaz à effet de serre.

L'intelligence Artificielle (IA) et l'optimisation multi-objectifs offrent des solutions prometteuses pour améliorer cette gestion des ressources naturelles en équilibrant plusieurs critères, tels que la durabilité environnementale, l'efficacité économique et l'impact social. Toutefois, la complexité des systèmes naturels, les incertitudes liées aux prévisions, ainsi que la diversité des parties prenantes, posent des défis méthodologiques majeurs.

L'objectif principal de cette thèse est de développer une approche innovante et intégrée de gestion durable des ressources naturelles, en combinant les capacités prédictives de l'intelligence artificielle avec les outils d'optimisation multi-objectifs. Le travail consistera à modéliser un système complexe d'exploitation (par exemple, les ressources halieutiques), en tenant compte des contraintes environnementales, économiques et sociales. La thèse visera à :

1. Construire des modèles prédictifs fiables pour anticiper la disponibilité et la demande en ressources,
2. Proposer des stratégies d'exploitation optimisées, équilibrant efficacité, durabilité et équité,
3. Intégrer l'incertitude liée aux données, à la variabilité naturelle et aux évolutions climatiques.
4. Appliquer l'ensemble des travaux à un cas d'étude réel, représentatif des enjeux contemporains de gestion durable.

#### **Approche Méthodologique**

L'approche proposée s'appuie sur quatre axes principaux :

1. Modélisation prédictive via des techniques d'intelligence artificielle : Random Forest, réseaux de neurones, LSTM, etc.
2. Optimisation multi-objectifs : NSGA-II, SPEA2, MOEA/D...
3. Traitement de l'incertitude : logique floue, simulations Monte Carlo...
4. Aide multicritère à la décision (MCDA) pour structurer l'évaluation et l'arbitrage des solutions par les parties prenantes.

## Résultats Attendus

Cette thèse contribuera à l'avancement des méthodes d'optimisation et d'intelligence artificielle appliquées aux défis environnementaux, dans une perspective de transition vers une gestion plus durable des ressources naturelles. Plus précisément, les résultats attendus sont :

1. Le développement d'un cadre d'optimisation basé sur l'IA capable pour améliorer la gestion des ressources naturelles de manière durable.
2. L'amélioration des capacités prédictives des modèles d'IA appliqués aux écosystèmes naturels, permettant une prise de décision plus proactive.
3. La réduction des coûts énergétiques et des impacts environnementaux grâce à une gestion optimisée et automatisée.
4. La proposition d'une méthodologie répliquable à d'autres domaines nécessitant une optimisation durable et multi-objectifs.

## Bibliographie

- Altaf, A., El Amraoui, A., Delmotte, F., and Lecoutre, F. (2025) "Robust cross-dock assignment problem with uncertain cost parameters", *International Journal of Production Research*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2469164>.
- Koubaa, Z., El Amraoui, A., Delmotte, F. and Frikha, A. (2024) "Multicriteria Decision Making for Selecting Forecasting Electricity Demand Models", *Sustainability*, 16(21).
- Wang, D., Yue, C., and El Amraoui, A., (2021) "Multi-Step-ahead electricity load forecasting using a novel hybrid architecture with decomposition-based error correction strategy", *Chaos, Solitons & Fractals*, Vol. 152, 111453
- Belhor, M., El Amraoui, A., Delmotte, F. and Jemai, A., (2023) "Multi-objective evolutionary approach based on K-means clustering for home health care routing and scheduling problem", *Expert Systems with Applications*, pp 119035, Vol. 213, 03/2023, Vol. 213, pp 119035
- Mirjalili, S., & Dong, J. S. (2020). *Multi-objective optimization using artificial intelligence techniques*. Springer.
- Zhang, F., & Zhang, Y. (2021). A multi-objective optimization prediction approach for water resources based on swarm intelligence. *Earth Science Informatics*, 14, 457-468.
- Jones, J., Harris, E., Febriansah, Y., Adiwijaya, A., & Hikam, I. N. (2024). Ai for sustainable development: Applications in natural resource management, agriculture, and waste management. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 2(2), 143-149.
- Zhou, C. C., Yin, G. F., & Hu, X. B. (2009). Multi-objective optimization of material selection for sustainable products: artificial neural networks and genetic algorithm approach. *Materials & Design*, 30(4), 1209-1215.

## Mots Clés

Ressources Naturelles; Intelligence Artificielle; Approche Multi-Objectifs; Prédiction; Optimisation

## Profil Scientifique du Candidat

- Solides bases en mathématiques appliquées, optimisation, intelligence artificielle,
- Compétences en programmation (Python, R),
- Intérêt prononcé pour les problématiques environnementales et le développement durable.