

# I-Maroc

*Intelligence artificielle/Mathématiques Appliquées,  
santé/environnement : Simulation pour l'aide à la décision*

*Artificial Intelligence/ Applied Mathematics,  
health/environment: numerical simulation for decision support*



## Project key information

Project leader: Hassan HBID, Université Cadi Ayyad, Marrakech (UCA), UMMISCO, IRD; [hbid@uca.ma](mailto:hbid@uca.ma)  
 Scientific coordination: Khalil Ezzinbi, UCA, UMMISCO, IRD, [ezzinbi@uca.ac.ma](mailto:ezzinbi@uca.ac.ma)  
 Transfer coordination: Hajar Moussaniff, UCA, UMMISCO, IRD,  
 Project contact IRD: Olivier Monga, UMMISCO ; [olivier.monga@ird.fr](mailto:olivier.monga@ird.fr)  
 Project duration: 36 months  
 Starting date: February 2022  
 Total budget: 620 K€

## 4 Partner institutions

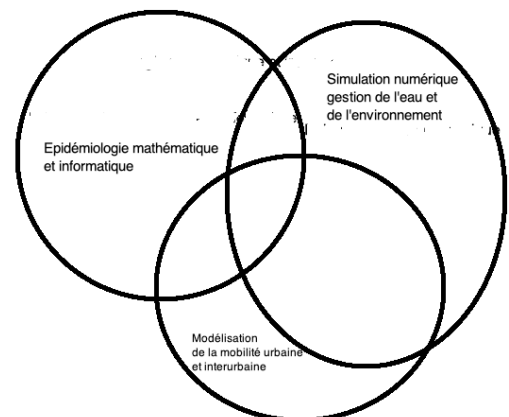
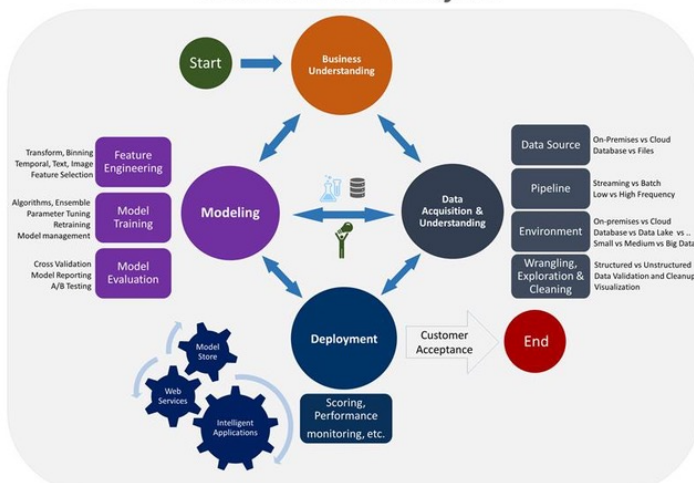
Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc ; IRD / Sorbonne Université, UMMISCO , Bondy, France;  
 INRIA centre de Lyon, France ; Université de Lorraine, Institut Elie Cartan France

## Summary

Artificial Intelligence (IA) and applied mathematics provide basic components for computational modelling of natural and social complex systems. These numerical simulation systems are more and more the outcome of multidisciplinary teams. The basis of this project is the International Research Unit UMMISCO ( [www.ummisco.fr](http://www.ummisco.fr)) whose co-direction and Mediterranean center direction is managed by UCA. UMMISCO researchers are computer scientists and mathematicians having long standing collaborations with thematical researchers about sustainable development goals. Among these goals, integrated approaches for health and environment represent a key UpToDate challenge because public health issues are more and more studied at the global ecosystem level.

Within this context, the goal of I-Maroc is the conception and the implementation of numerical simulation systems for health and environment by means of advanced Artificial Intelligence and Mathematical tools. From a methodological point of view, a strong and original principle of I-Maroc consists in the joint use of advanced computer science tools (Deep Learning, Computer Vision, Graph Theory...) and applied mathematics tools (dynamic systems, control theory, data assimilation...). Within this context, we will particularly study the links between mathematical optimization and deep learning. The developed numerical tools will allow to evaluate complex scenarios by significantly reducing measures and real experiences. Thus we will get a big gain regarding time and cost.

## Data Science Lifecycle



## Objectifs

I-Maroc se situe dans le contexte global de l'utilisation conjointe de méthodes avancées d'intelligence artificielle (au sens large) et de mathématiques appliquées pour aborder des enjeux du développement durable (ODDs) au Maroc. I-Maroc est focalisé sur la modélisation computationnelle (« **Computational Modelling** ») i.e. la conception et l'implémentation de programmes informatiques permettant de simuler des **systèmes complexes** naturels et sociaux. Ces programmes reposent le plus souvent sur des formalisations mathématiques et algorithmiques avancées. Un verrou scientifique actuel fondamental est de comprendre, pour chaque problème de modélisation, jusqu'où on peut aller avec les modèles mathématiques (déterministes et stochastiques) avant de mettre en œuvre des algorithmes de Machine Learning (**Deep Learning**...).

Le niveau de description des données utilisées par les algorithmes de machine learning (dont le deep learning) conditionne la quantité de données nécessaire pour l'apprentissage. Aussi, on doit mettre en œuvre des méthodes de data modelling « déterministes » classiques (shape modelling, graphes, fonctionnelles ...) de manière à obtenir une représentation des données plus proche du phénomène modélisé.

Ces représentations avancées permettent de limiter la masse de données nécessaire à l'apprentissage en réduisant les degrés de liberté de la dynamique par rapport à la représentation des données. Dans le cas des systèmes complexes, on peut aussi mettre en œuvre des modèles déterministes, sur ces représentations avancées des données, afin de générer les données d'apprentissage pour le machine-learning. Ainsi, pour les applications d'I-Maroc, l'utilisation couplée de méthodes déterministes classiques avec de l'apprentissage profond constitue un élément clé pour obtenir des systèmes de simulation opérationnels.

I-Maroc abordera la problématique applicative santé et environnement, qui constitue à l'heure actuelle une priorité au Maroc et dans le monde. L'objectif d'I-Maroc sera de mettre à la disposition des acteurs socio-économiques (« **endusers** ») des systèmes de simulation pour l'aide à la décision. I-Maroc abordera des questions clés, mentionnées dans l'appel à projets, liées à la santé et à l'environnement : optimisation dynamique de mesures sanitaires, traitement des eaux usées, prévisions épidémiologiques, pollution de l'air. Au travers des doctorants du projet, I-Maroc contribuera à la formation par la recherche et au développement de capacités.

## Organization

I-Maroc will include four intercorrelated workpackages:

- WP1: Mathematical and Computer epidemiology
- WP2: Computational Modelling for water and environment monitoring
- WP3: Urban and inter-urban mobility modelling
- WP4: Integration of simulation tools in an information system

WP1 (computational) models will take into account outputs coming from numerical tools of WP2 and WP3, contributing to establish an integrated approach health-environment. The first three WPs will run jointly and common meetings and seminars will be regularly organized. An innovative point of I-Maroc will be the inter-relations between WP1, WP2 and WP3. WP4 will provide an information system integrating the simulation algorithms.

The operational mode of I-Maroc will be to associate to each WP PhD students. During the last PhD thesis year, developer engineers will deal with the technological transfer of research results. The developed computational modeling tools will be integrated into an information system accessible on line. From an academic point of view each PhD thesis will lead to a publication in a leading international journal (rank A).