

CEDoc de l'UPF

**Sujets proposés pour l'inscription en Doctorat pour les deux Formations
Doctorales « Sciences de l'Ingénierie et Développement Durable» (SIDD)
et « Sciences Juridiques, Economique, Sociales et de Gestion » (SJESG)**

2026-2027

Formation Doctorale « Sciences de l'Ingénieure » (SIDD)

Numéro	Sujet	Encadrant
SIDD01	Titre : Mise en place d'un référentiel structuré des d'images de mots manuscrit arabe pour l'expérimentation de l'intelligence artificielle (IA) dans la numérisation, la sauvegarde et la fouille de données manuscrits arabe I. MOTIVATION De nos jours les approches d'Intelligence Artificielle (IA) basées sur l'imagerie peuvent devenir des outils utiles pour améliorer la gestion des manuscrits arabes dans les domaines de la numérisation des manuscrits, la sauvegarde des manuscrits et la fouille de données des manuscrits arabe. De ce fait de grands ensembles de données de qualité contrôlée sont nécessaires pour le développement d'outils d'Intelligence artificielle et leur mise sur le marché. Néanmoins, ce développement est entravé par plusieurs limites telles que: • La quantité, la qualité et la représentativité limitée des ensembles de données qui entravent le développement d'outils d'IA. • Le manque de cohérence des sources d'images de mots manuscrits arabe. • L'éthique, l'intégrité et le respect du cadre réglementaire de la protection des données Ce projet relèvera ces défis à travers: • Le développement d'un référentiel de données d'images de manuscrits arabes ouvert sur le cloud • La fourniture d'un accès à distance aux images et aux canaux de traitement pour l'analyse, la conservation, l'annotation et l'harmonisation des données. • L'utilisation des images du référentiel pour former des outils d'IA visant à aider les cliniciens dans la gestion du cancer • La validation des outils d'IA développés via des études très approfondues menées par des experts des manuscrits arabe.	Pr. Qjidaa

II. CONTEXTE

Le projet vise à mettre en place un référentiel Italo-marocain de données, d'outils et de méthodologies d'imagerie, avec l'ambition d'établir une norme et de fournir des ressources pour les futures expérimentations d'Intelligence Artificielle (IA) pour la gestion des manuscrits arabes. Le projet est un projet de 3 ans qui s'attaque à certaines des recherches les plus ambitieuses dans les domaines du traitement et analyse des manuscrits arabes et de l'intelligence artificielle, abordant les deux types d'écriture : Al-khat al maghribi et al-khat al andaloussi.

Pour ce faire, des partenaires et des collaborateurs externes alimenteront le référentiel avec des images de manuscrits arabes les annotations associées. Par la suite, les développeurs d'IA activeront un moteur de données analytiques multimodales facilitant l'interprétation, extraction et exploitation des informations stockées dans le référentiel. Le développement et la mise en œuvre de pipelines alimentés par l'IA permettront de progresser vers l'automatisation de la numérisation, de la conservation, de l'annotation, de la sécurisation de l'intégrité et de l'harmonisation des images. À la fin du projet, la convivialité et les performances du référentiel en tant qu'outil favorisant l'expérimentation de l'IA seront techniquement validées, y compris une sous-phase de validation par des développeurs internationaux d'IA de classe mondiale, participant à des défis ouverts à la communauté de l'IA.

Une fois la validation réussie du référentiel, un ensemble d'outils d'IA sélectionnés fera l'objet d'une validation in silico dans des études coordonnées par des experts de premier plan.

Les performances de l'outil seront évaluées, y compris la validation externe indépendante. Le projet rassemble un consortium de plusieurs partenaires comprenant des hôpitaux, des universités, des centres de R&D et des sociétés de recherche privées, constituant un écosystème d'infrastructures, d'expérimentation d'IA et de technologies de l'informatique du nuage (Cloud computing) en manuscrits arabes.

III. OBJECTIFS

Les principaux objectifs du projet consistent à:

- Fournir un accès à de grandes bases de données conformément aux exigences légales et éthiques

	• Établir un référentiel interopérable à l'échelle de l'UE avec des données d'imagerie de qualité vérifiée en tant que ressource pour développer et tester des outils d'IA pour la gestion du cancer • Mettre en place une infrastructure distribuée en s'appuyant sur les initiatives existantes • Explorer des approches d'harmonisation perturbatrices et fournir un pipeline de traitement en ligne pour l'harmonisation des images • Mettre en œuvre des pipelines de traitement en ligne améliorant l'intégrité et l'interprétabilité des solutions d'IA • Évaluer et valider le référentiel en interne et en externe • Effectuer une validation externe précoce des solutions basées sur l'IA • Assurer la pérennité du référentiel au-delà de la durée d'exécution du projet et créer une base d'utilisateurs importante et active	
SIDD02	Titre : Conception et réalisation d'un band de charge pour véhicule électrique 15kv/12v/48v/60v/ à partir d'énergie propre. Planning : Planning du projet pour le premier Sample : 1- Concept de projet. 2- Simulation LTspice et Matlab/Simulink. 3- Approvisionnement les matériels de test et de prototypage (budget personnel). 4- Conception du prototype de projet. 5- Préliminaire Testing. 6- Développement basique du software. 7- Conception du schéma électrique sur Altium, choix de composant et choix de fournisseur. 8- Schematic design review. 9- Conception du PCB. 10- Fabrication du PCB.	Pr. Qjidaa

	11- Approvisionnement des composants. 12- L'assemblage de la carte. 13- Software développement. 14- Test d'intégration. 15- Test de validation. 16- Conception mécanique (Housing).	
SIDD03	Titre : Développement et réalisation d'un référentiel d'imagerie médicale Marocain entièrement Trouvable, Accessible, Interopérable, Réutilisable (TAIR) pour développer tester et valider des outils d'intelligence artificielle au profit d'une meilleure prise en charge du cancer I. MOTIVATION De nos jours les approches d'Intelligence Artificielle (IA) basées sur l'imagerie médicale peuvent devenir des outils cliniques utiles pour améliorer la gestion du cancer dans les domaines de la caractérisation des tumeurs, de la prédiction des caractéristiques de la tumeur, de la stadification de la propagation de la tumeur, de la stratification des patients, de la sélection des thérapies les plus appropriées et de l'estimation du pronostic clinique. De ce fait de grands ensembles de données de qualité contrôlée sont nécessaires pour le développement d'outils d'Intelligence artificielle et leur mise sur le marché. Néanmoins, ce développement est entravé par plusieurs limites telles que: • La quantité, la qualité et la représentativité limitée des ensembles de données qui entravent le développement d'outils d'IA. • Le manque de cohérence des sources d'images médicales • L'éthique, l'intégrité et le respect du cadre réglementaire de la protection des données Ce projet relèvera ces défis à travers: • Le développement d'un référentiel de données d'imagerie tumorale ouvert sur le cloud • La fourniture d'un accès à distance aux images et aux canaux de traitement pour l'analyse, la conservation, l'annotation et l'harmonisation des données.	Pr. Qjidaa

- L'utilisation des images du référentiel pour former des outils d'IA visant à aider les cliniciens dans la gestion du cancer
- La validation clinique des outils d'IA développés via des études observationnelles (non interventionnelles)

II. CONTEXTE

Le projet vise à mettre en place un référentiel Marocain de données, d'outils et de méthodologies d'imagerie médicale, avec l'ambition d'établir une norme et de fournir des ressources pour les futures expérimentations d'Intelligence Artificielle (IA) pour une meilleure prise en charge du cancer. Le projet est un projet de 3 ans qui s'attaque à certaines des recherches les plus ambitieuses dans les domaines de l'imagerie médicale, de l'intelligence artificielle et de la prise en charge du cancer, abordant les différents types de cancer qui ont actuellement la prévalence la plus élevée dans le monde. Pour ce faire, des partenaires cliniques et des collaborateurs alimenteront le référentiel avec l'imagerie multimodalité (MR, CT, PET/CT) et les données cliniques associées. Par la suite, les développeurs d'IA activeront un moteur de données analytiques multimodales facilitant l'interprétation, l'extraction et l'exploitation des informations stockées dans le référentiel. Le développement et la mise en œuvre de pipelines alimentés par l'IA permettront de progresser vers l'automatisation de la désidentification, de la conservation, de l'annotation, de la sécurisation de l'intégrité et de l'harmonisation des images. À la fin du projet, la convivialité et les performances du référentiel en tant qu'outil favorisant l'expérimentation de l'IA seront techniquement validées, y compris une sous-phase de validation par des développeurs internationaux d'IA de classe mondiale, participant à des défis ouverts à la communauté de l'IA.

Une fois la validation réussie du référentiel, un ensemble d'outils d'IA sélectionnés fera l'objet d'une validation in silico dans des études cliniques observationnelles coordonnées par des experts de premier plan dans les hôpitaux partenaires. Les performances de l'outil seront évaluées, y compris la validation externe indépendante des décisions cliniques de marque en réponse à certains des points finaux cliniques les plus importants actuellement dans le cancer. Le projet rassemble un consortium de plusieurs partenaires comprenant des hôpitaux, des universités et des centres de R&D, constituant un

	écosystème d'infrastructures, de bio-banques, d'expérimentation de l'Intelligence artificielle et de la technologies de l'informatique du nuage (Cloud computing) en oncologie. III. OBJECTIFS Les principaux objectifs du projet consistent à: • Établir un référentiel interopérable à l'échelle du Maroc avec des données d'imagerie médicale de qualité vérifiée en tant que ressource pour développer et tester des outils d'IA pour la gestion du cancer • Évaluer et valider le référentiel en interne et en externe • Fournir un accès à de grandes bases de données conformément aux exigences légales et éthiques • Mettre en place une infrastructure distribuée en s'appuyant sur les initiatives existantes • Explorer des approches d'harmonisation perturbatrices et fournir un pipeline de traitement en ligne pour l'harmonisation des images • Mettre en œuvre des pipelines de traitement en ligne améliorant l'intégrité et l'interprétabilité des solutions d'IA • Effectuer une validation clinique externe précoce des solutions basées sur l'IA • Assurer la pérennité du référentiel au-delà de la durée d'exécution du projet et créer une base d'utilisateurs importante et active	
SIDD03	Titre : Exploiter l'intelligence artificielle pour la reconstruction de la parole à l'aide d'un flux vidéo silencieux :Application contre l'handicap provoqué par une laryngectomie (ablation du Larynx suite à un cancer de la gorge) Objectifs: Ce projet a pour objectif la conception et la réalisation d'un dispositif intelligent qui va exploiter l'intelligence artificielle pour la reconstruction de la parole à partir d'une grande base de donnés	Pr. Qjidaa

constituée de flux vidéo (Big Data) silencieux. Autrement dit, le projet aura comme but la conception d'un synthétiseur vocal capable de recréer une parole de synthèse en temps réel. Muni d'un camera, ce dispositif, devrait pouvoir à partir de la capture de la vidéo des mouvements des lèvres retranscrire oralement via un logiciel intelligent utilisant les notions du Deep Learning et le Big Data. À cette fin, nous allons développer une application qui peut lire les lèvres. Ainsi, nous allons utiliser une forme d'intelligence artificielle appelée apprentissage automatique, dans laquelle la machine apprend à partir de grande masse de données vidéo. Ainsi nous allons nourrir le système des milliers d'heures de vidéos avec leurs transcriptions et nous allons demandé à la machine de s'acquitter de sa tâche. Dans cette étude, nous proposons un réseau de neurones profonds pour reconstruire la parole intelligible à partir de vidéos silencieuses de mouvements des lèvres. Nous utilisons le spectrogramme auditif comme représentation spectrale de la parole et sa méthode de génération de son correspondante, ce qui permet d'obtenir une parole reconstituée plus naturelle. Notre réseau proposé consiste en un auto-codeur permettant d'extraire les caractéristiques de goulot d'étranglement du spectrogramme auditif qui est ensuite utilisé comme cible de notre réseau de lecture labiale comprenant des couches HCNN, LSTM et entièrement connectées. Nous allons ainsi proposé un auto-codeur capable de reconstruire le spectrogramme auditif d'origine avec une excellente corrélation tout en améliorant la qualité de la parole reconstruite à partir du réseau de lecture labial principal. Destiné, à terme, à être léger et portable, ce dispositif pourrait être utilisé d'une part, par une personne ayant subi une laryngectomie (ablation du larynx suite à un cancer), et d'autre part, pour toute communication, soit dans un milieu où le silence est requis (transport en commun, opération militaire, etc.), soit dans un environnement extrêmement bruyé.

En effet l'intégration du logiciel dans un appareil portable permettrait de comprendre les patients atteints d'un cancer du larynx, les personnes souffrant de paralysie des cordes vocales et dans les environnements bruyants.

Méthodologie:

Methodologie

Avant l'opération de l'extraction du Larynx du patient, nous allons commencer par enregistrer plus de 200 heures de vidéos du patient parlant dans diverses situations. Ensuite, nous allons concevoir un programme qui crée des clips de quelques secondes avec le mouvement de la bouche pour chaque phonème, ou mot son, annoté. Le programme va filtré les discours non parlants et les vidéos de qualité médiocre. Ensuite, nous allons recadrer les vidéos autour de la bouche. Cela doit donné près de 100 heures de métrage, dont plus de 1000 mots prononcés.

Le processus et l'ensemble de données qui en résulte, plusieurs fois plus volumineux que tout autre système de ce type, sont «importants et précieux» pour quiconque souhaite apprendre à lire à l'aide de systèmes similaires.

Le processus repose en partie sur des réseaux de neurones, des algorithmes d'intelligence artificielle contenant de nombreux éléments informatiques simples connectés entre eux, qui apprennent et traitent des informations d'une manière similaire au cerveau humain. Lorsque l'équipe va alimenter la vidéo non étiquetée du programme, ces réseaux vont produire des séquences de mouvements de la bouche. Le programme suivant du système, qui utilisait également des réseaux de neurones, prend ces clips et propose une liste de phonèmes possibles et leurs probabilités pour chaque image vidéo. Un ensemble final d'algorithmes va prendre ces séquences de phonèmes possibles et va produire des séquences de mots prononcés.

Après l'étape de l'apprentissage, nous allons tester notre système sur 30 minutes de vidéo qu'il n'avait jamais vues auparavant. Ensuite nous au mesure des performance de notre système en mesurant plusieurs critères reconnu en I.A.

Nous allons faire comprendre à notre système qu'un phonème peut avoir une apparence différente en fonction de ce qui est dit avant et après. (Par exemple, la bouche a une forme différente pour dire le «t» dans «boot» que celle dans «betterave».) Nous lui apprenons également que le système comporte des étapes distinctes pour prédire les phonèmes à partir des lèvres et prédire les

	mots à partir des phonèmes. Cela signifie que si on souhaite apprendre au système à reconnaître de nouveaux mots de vocabulaire, nous devons ne former que le dernier niveau. L'intégration du programme dans un appareil mobil permettrait aux patients d'emmener un «synthétiseur» avec eux où qu'ils aillent. Un tel système pourrait également aider les personnes qui ne peuvent pas entendre (malentendants).	
SIDD04	<u>Titre :</u> AI-Driven Predictive Control and Energy Management of Hybrid Renewable Energy Systems with Battery Storage <u>Scientific Objectives :</u> 1. Develop accurate predictive models for photovoltaic power generation and electrical load demand using artificial intelligence and machine learning techniques. 2. Develop advanced models and estimation techniques for Battery Energy Storage Systems, particularly for State of Charge (SOC) and State of Health (SOH) estimation. 3. Design intelligent and predictive energy management and control strategies for the optimal coordination of photovoltaic generation, battery storage, electrical loads, and the electrical grid. 4. Optimize the overall performance of the hybrid renewable energy system in terms of energy efficiency, renewable energy utilization, battery lifetime, power quality, and operating cost. <u>Méthodologie</u> <i>Phase 1: Modeling and Data Acquisition</i>	Pr. Bounoua

	• <i>Phase 2: Renewable Generation and Battery State Prediction</i> • <i>Phase 3: Intelligent Energy Management and Predictive Control</i> <i>Phase 4: Optimization, Simulation, and Experimental Validation</i>	
SIDD05	Title: Modeling and optimal management of a Hybrid System Photovoltaic / Wind / Battery for Electric Vehicles Abstract The transition to cleaner, more sustainable mobility is at the heart of global concerns to combat climate change and reduce greenhouse gas emissions. In this context, electric vehicles (EVs) play a central role, offering an alternative to internal combustion vehicles. However, the limited autonomy of EVs and the intermittent availability of renewable energy sources such as photovoltaics and wind power present significant challenges to their widespread adoption. The main objective of this thesis is to model the performance of a hybrid system, aimed at optimizing electric vehicle (EV) charging while anticipating energy production by the photovoltaic (PV) system and wind turbine connected to the local grid. To characterize the actual operation of this hybrid system, it is necessary to carry out these main tasks: • Elaboration of a predictive model of hybrid system performance based on measurement data. • Development of a method based on artificial intelligence to evaluate EV battery recharging. • Simulate this hybrid system, integrating PV, wind and EV batteries, using software. Assessment of the economic viability of this hybrid system by combining EV recharging with local grid energy consumption.	Pr. Bounoua

SIDD06	Titre : Jumeau numérique d'un bâtiment bioclimatique pour la prédiction et le contrôle du confort thermique en temps réel Cette thèse vise à développer un jumeau numérique thermo-énergétique d'un bâtiment bioclimatique capable de reproduire, en temps quasi réel, le comportement thermique du bâtiment et d'anticiper son évolution. L'approche reposera sur le couplage entre un modèle physique du bâtiment, les données météorologiques, les mesures issues de capteurs et des modèles d'intelligence artificielle. L'enjeu scientifique est de dépasser les approches classiques de simulation réalisées uniquement en phase de conception. Le jumeau numérique devra évoluer avec le bâtiment, intégrer les conditions réelles d'occupation et identifier les situations de surchauffe, de sous-chauffe ou d'inconfort avant leur apparition. Des algorithmes prédictifs pourront ensuite proposer les actions de régulation les plus pertinentes tout en minimisant la consommation énergétique. La recherche combinera modélisation dynamique, instrumentation expérimentale, traitement des données, apprentissage automatique et stratégie de contrôle. Des environnements tels qu'EnergyPlus, TRNSYS, MATLAB/Python ou des plateformes IoT pourront être mobilisés selon l'architecture retenue. Les résultats attendus sont un modèle numérique calibré, une méthode de prédiction du confort thermique en temps réel, un système de contrôle prédictif et une méthodologie reproductible pour les bâtiments bioclimatiques. Une attention particulière sera accordée à la validation expérimentale et à la robustesse du modèle dans différentes conditions climatiques et d'occupation. Cette thèse présente un fort potentiel de publications internationales et de développement d'un démonstrateur intelligent pouvant constituer une base pour la rénovation et la gestion énergétique des bâtiments existants.	Pr. El Khattabi
--------	---	----------------------------

	Mots-clés : jumeau numérique, confort thermique, IA, bâtiment bioclimatique, IoT, contrôle prédictif, simulation dynamique	
SIDD07	Titre : Résilience thermique des bâtiments face au changement climatique : stratégies passives et modèles prédictifs pour 2050–2100 Cette thèse propose d'étudier la capacité des bâtiments à maintenir des conditions de confort acceptables face à l'augmentation des températures et à la fréquence croissante des épisodes de chaleur extrême. L'objectif est de passer d'une logique de simple efficacité énergétique à une logique de résilience thermique, particulièrement importante pour les bâtiments situés dans les régions méditerranéennes, semi-arides et arides. Le travail commencera par la caractérisation du comportement thermo-énergétique de différents bâtiments et par l'intégration de scénarios climatiques futurs couvrant notamment les horizons 2050 et 2100. Les simulations permettront d'identifier l'évolution du risque de surchauffe, des heures d'inconfort, des besoins de refroidissement et de la dépendance aux systèmes actifs. La recherche portera ensuite sur l'évaluation et l'optimisation de stratégies passives : orientation, protection solaire, ventilation naturelle, inertie thermique, matériaux à changement de phase, refroidissement nocturne, refroidissement radiatif, enveloppes adaptatives et solutions bioclimatiques adaptées aux ressources locales. Des modèles prédictifs et des techniques d'intelligence artificielle pourront être développés afin d'identifier les configurations les plus résilientes et de proposer des solutions d'adaptation en fonction du climat futur. L'approche pourra intégrer une optimisation multicritère combinant confort thermique, consommation énergétique, émissions de carbone, coût et résilience.	Pr. El Khattabi

	Le résultat majeur attendu sera une méthodologie permettant de concevoir ou rénover des bâtiments capables de conserver un niveau de confort acceptable malgré les conditions climatiques futures. La thèse pourra aboutir à des cartes de vulnérabilité thermique, des indicateurs de résilience et des recommandations de conception pour les bâtiments marocains et, plus largement, pour les zones chaudes et arides. Ce sujet possède une forte dimension prospective et sociétale, avec un potentiel important pour des publications Q1 et pour l'aide à la décision dans les politiques d'adaptation climatique. Mots-clés : changement climatique, résilience thermique, surchauffe, stratégies passives, scénarios climatiques, IA, optimisation	
SIDD08	Titre : Conception d'un bâtiment à énergie positive intégrant enveloppe adaptative, stockage thermique et production solaire Cette thèse a pour ambition de développer une nouvelle génération de bâtiment à énergie positive, capable de produire annuellement davantage d'énergie qu'il n'en consomme, tout en garantissant un haut niveau de confort thermique. Le principe central consiste à ne plus considérer séparément l'enveloppe, le stockage thermique et la production d'énergie, mais à les concevoir comme un système énergétique intégré. La première composante de la recherche concernera le développement et l'optimisation d'une enveloppe adaptative capable de répondre aux variations de l'environnement extérieur. Selon les configurations étudiées, elle pourra intégrer des matériaux thermochromiques, des matériaux à changement de phase, une enveloppe à forte inertie ou d'autres solutions intelligentes permettant de limiter les gains thermiques et les besoins de refroidissement.	Pr. El Khattabi

	La deuxième composante portera sur le stockage thermique. L'objectif sera d'absorber, conserver et restituer l'énergie au moment le plus pertinent afin de réduire les pics de demande et d'améliorer l'autonomie thermique du bâtiment. Le stockage pourra être étudié sous forme sensible, latente ou hybride. La troisième composante concernera l'intégration des énergies renouvelables, notamment photovoltaïque et éventuellement photovoltaïque thermique, avec une stratégie de gestion permettant d'adapter la production, le stockage et la demande. La méthodologie reposera sur la modélisation dynamique, l'expérimentation sur prototype ou cellule test, l'optimisation multicritère et, lorsque pertinent, l'intelligence artificielle pour la gestion énergétique. Les critères d'optimisation incluront la consommation annuelle, le confort thermique, l'autoconsommation, le taux d'énergie renouvelable, le stockage, les émissions de CO₂ et le coût global. L'objectif final est de proposer une architecture de bâtiment à énergie positive adaptée aux climats marocains et aux contextes chauds, avec validation numérique et expérimentale. La thèse pourra également déboucher sur des solutions technologiques valorisables, notamment autour des enveloppes intelligentes, du stockage thermique et de l'intégration solaire. Mots-clés : bâtiment à énergie positive, enveloppe adaptative, PCM, stockage thermique, photovoltaïque, optimisation multicritère	
SIDD09	Titre : Résilience hydrologique des villes côtières face au changement climatique : modélisation des inondations pluviales et optimisation des solutions fondées sur la nature – Cas de Sidi Ifni, Maroc <u>Contexte et pertinence scientifique</u> Dans un contexte marqué par le changement climatique, l'intensification des événements pluviométriques extrêmes et l'urbanisation croissante accentuent la vulnérabilité des villes face aux inondations pluviales. Les approches conventionnelles de gestion des eaux pluviales, essentiellement basées sur l'évacuation rapide des écoulements, montrent aujourd'hui certaines limites et nécessitent	Pr. Lakhili

d'être complétées par des stratégies plus résilientes favorisant la rétention, l'infiltration et la gestion des eaux à la source. La ville de **Sidi Ifni**, de par son contexte côtier, sa topographie et ses caractéristiques climatiques et urbaines, constitue un territoire particulièrement pertinent pour développer et tester une approche intégrée de gestion durable des eaux pluviales. Ce sujet s'inscrit ainsi dans les préoccupations actuelles relatives à l'adaptation au changement climatique, à la prévention des risques naturels et au développement de villes résilientes et durables.

Problématique

La problématique centrale de cette recherche peut être formulée comme suit :

Comment améliorer la résilience hydrologique de la ville de Sidi Ifni face aux événements pluviométriques extrêmes actuels et futurs, à travers la modélisation du ruissellement et des inondations urbaines et l'optimisation spatiale de solutions de rétention, d'infiltration et de solutions fondées sur la nature adaptées au contexte local ?

Cette problématique implique également d'étudier l'influence de l'évolution de l'occupation du sol et de l'imperméabilisation urbaine sur le ruissellement ainsi que l'impact potentiel du changement climatique sur les événements hydrologiques extrêmes.

Objectif général

L'objectif principal est de **développer une approche intégrée et un outil d'aide à la décision pour la gestion résiliente des eaux pluviales à Sidi Ifni**, permettant d'identifier les secteurs vulnérables aux inondations et de proposer des stratégies d'aménagement adaptées aux conditions actuelles et futures.

Objectifs spécifiques

La recherche visera notamment à caractériser le fonctionnement hydrologique du territoire et l'évolution de son urbanisation ; cartographier les zones exposées au ruissellement et aux accumulations d'eau ; développer une modélisation hydrologique et hydraulique des événements pluvieux extrêmes ; intégrer des scénarios d'évolution climatique et urbaine ; évaluer l'efficacité de différentes solutions de gestion durable des eaux pluviales ; et enfin identifier, par une analyse spatiale multicritère, les secteurs prioritaires pour leur implantation.

Approche méthodologique envisagée

La méthodologie reposera sur une approche multidisciplinaire combinant **SIG, télédétection, analyse hydrologique et modélisation hydraulique**. Les données satellitaires et géospatiales permettront notamment de caractériser l'occupation du sol, l'imperméabilisation, la topographie et l'évolution urbaine. Une modélisation hydrologique/hydraulique sera ensuite mise en place afin de simuler le ruissellement et les zones potentiellement inondables selon différents événements pluviométriques.

Des **scénarios climatiques futurs** et des scénarios d'urbanisation pourront être intégrés afin d'évaluer l'évolution de la vulnérabilité du territoire. Plusieurs solutions fondées sur la nature et techniques alternatives — bassins de rétention et d'infiltration, noues végétalisées, jardins de pluie, surfaces perméables et espaces verts multifonctionnels — seront simulées et comparées. Leur implantation pourra ensuite être optimisée à travers une approche multicritère sous SIG prenant en compte leur efficacité hydrologique, les contraintes territoriales et les caractéristiques urbaines.

Une composante d'**intelligence artificielle** pourra également être développée, notamment pour améliorer la prédiction spatiale des zones vulnérables ou contribuer à l'optimisation des scénarios d'aménagement, sous réserve de la disponibilité et de la qualité des données.

Originalité et résultats attendus

L'originalité de cette recherche réside dans le passage d'une approche classique de gestion des eaux pluviales à une démarche intégrée de **résilience hydrologique urbaine**, associant changement climatique, évolution de l'urbanisation, modélisation, géomatique et solutions fondées sur la nature. Le travail devrait aboutir à une cartographie détaillée de la vulnérabilité hydrologique de Sidi Ifni, à l'évaluation de scénarios climatiques et urbains futurs, ainsi qu'à la proposition d'un **schéma spatial optimisé de gestion durable des eaux pluviales**. Les résultats pourront constituer un véritable outil d'aide à la décision pour les gestionnaires et acteurs de l'aménagement urbain et offrir une méthodologie potentiellement transférable à d'autres villes marocaines confrontées à des problématiques similaires.

Mots-clés : Hydrologie urbaine – Inondations pluviales – Changement climatique – Résilience urbaine – Solutions fondées sur la nature – SIG – Télédétection – Modélisation hydrologique – Sidi Ifni – Maroc.

SIDD10	Titre : Durabilité et performance des bétons autoplaçants renforcés par des fibres écologiques en environnements agressifs : caractérisation multi-échelle, mécanismes de dégradation et optimisation des formulations <u>Contexte et pertinence scientifique</u> Le secteur de la construction est aujourd'hui confronté à un double enjeu : améliorer la durabilité des infrastructures tout en réduisant leur empreinte environnementale. Dans cette perspective, le développement de matériaux cimentaires plus durables intégrant des ressources renouvelables, recyclées ou issues de déchets constitue une voie de recherche particulièrement prometteuse. Le béton autoplaçant (BAP) présente des avantages importants en matière de mise en œuvre, de compacité et de qualité des ouvrages, mais sa durabilité dans des environnements agressifs reste fortement dépendante de sa formulation et de sa microstructure. L'incorporation de fibres écologiques, notamment naturelles, biosourcées ou recyclées, pourrait améliorer certaines performances du matériau tout en contribuant à la réduction de son impact environnemental. Cependant, leurs interactions avec la matrice cimentaire et leur comportement à long terme en présence d'agents agressifs nécessitent encore d'être approfondis. <u>Problématique</u> La problématique centrale de cette recherche peut être formulée comme suit : Dans quelle mesure la nature, le dosage et les caractéristiques des fibres écologiques influencent-ils la microstructure, les propriétés mécaniques et les mécanismes de dégradation du béton autoplaçant soumis à différents environnements agressifs, et comment optimiser sa formulation afin d'obtenir un matériau à la fois performant, durable et à impact environnemental réduit ? Il s'agira notamment de comprendre les relations entre fibres – matrice cimentaire – porosité – transport des agents agressifs – mécanismes de dégradation, afin de déterminer les conditions permettant aux fibres écologiques d'améliorer réellement la durée de vie du matériau. <u>Objectif général</u> L'objectif principal de cette recherche est de développer et optimiser un béton autoplaçant renforcé par des fibres écologiques présentant des performances mécaniques et une durabilité améliorées	Pr. Lakhili
--------	---	-------------

en environnements agressifs, tout en évaluant l'intérêt environnemental des formulations proposées par rapport à un béton autoplaçant conventionnel.

Objectifs spécifiques

Les travaux viseront à sélectionner et caractériser différentes fibres écologiques susceptibles d'être incorporées au BAP ; étudier l'effet de leur nature, de leur géométrie, de leur traitement éventuel et de leur dosage sur les propriétés du béton à l'état frais et durci ; analyser leur influence sur la microstructure et la porosité du matériau ; évaluer les performances mécaniques et les indicateurs de durabilité des différentes formulations ; étudier leur comportement sous différentes sollicitations environnementales agressives ; identifier les principaux mécanismes de dégradation ; puis déterminer une ou plusieurs formulations optimales conciliant **ouvrabilité, résistance mécanique, durabilité et performance environnementale**.

Approche méthodologique envisagée

La démarche reposera dans un premier temps sur la formulation d'un **BAP de référence**, puis sur le développement de plusieurs formulations incorporant différentes natures et teneurs en fibres écologiques. Les propriétés à l'état frais seront caractérisées afin de vérifier le maintien des critères spécifiques au béton autoplaçant.

Les performances mécaniques seront ensuite évaluées à différentes échéances. Une caractérisation de la structure interne et de la microstructure permettra d'étudier l'interface fibre–matrice, la porosité et les modifications induites par l'incorporation des fibres.

La durabilité des formulations sera étudiée dans plusieurs **conditions agressives représentatives des ouvrages réels**, notamment vis-à-vis des chlorures, des sulfates, de la carbonatation et, selon le contexte retenu, des cycles humidification–séchage ou d'autres sollicitations environnementales. Les évolutions des propriétés physiques, mécaniques et microstructurales permettront d'identifier les mécanismes responsables de la dégradation.

Une approche d'**optimisation multicritère** pourra ensuite être mise en œuvre afin d'identifier les formulations offrant le meilleur compromis entre propriétés rhéologiques, performances mécaniques, durabilité et critères environnementaux.

Originalité et résultats attendus

	L'originalité du sujet réside dans une approche qui ne se limite pas à comparer les résistances de différents bétons fibrés, mais cherche à comprendre les mécanismes responsables de leur durabilité à différentes échelles et à établir les relations entre la nature des fibres, la microstructure du matériau et sa résistance aux agressions environnementales. La recherche devrait permettre de proposer une ou plusieurs formulations optimisées de béton autoplaçant à fibres écologiques, d'identifier les conditions dans lesquelles ces fibres améliorent ou, au contraire, peuvent limiter la durabilité du matériau, et de fournir des recommandations pour leur utilisation dans les ouvrages exposés à des environnements agressifs. À terme, le travail pourrait contribuer au développement de matériaux de construction plus durables et écoresponsables, adaptés aux exigences actuelles de réduction de l'impact environnemental et d'allongement de la durée de vie des infrastructures. Mots-clés : Béton autoplaçant – Fibres écologiques – Matériaux biosourcés – Matériaux recyclés – Durabilité – Microstructure – Environnements agressifs – Optimisation – Construction durable – Béton bas carbone.	
SIDD11	Titre : Identification dynamique et reconstruction des fonctions de réponse fréquentielle des structures avec interaction sol–structure Problématique En présence d'interaction sol–structure (ISS), les fréquences propres, amortissements, formes modales et fonctions de réponse fréquentielle (FRF) traduisent le comportement couplé du sol, des fondations et de la superstructure. Avec un nombre limité de capteurs, il devient difficile d'identifier précisément les propriétés dynamiques de l'ouvrage et de distinguer les variations dues au sol de celles liées à une modification structurale. La thèse vise à développer des méthodes d'identification et de reconstruction de la réponse dynamique globale à partir de mesures vibratoires limitées. Objectifs scientifiques 1. Développer des modèles 2D et 3D intégrant explicitement l'ISS. 2. Identifier fréquences propres, amortissements et formes modales à partir de mesures limitées. 3. Reconstruire les FRF complètes à partir d'un nombre réduit de points de mesure. 4. Quantifier la sensibilité des paramètres modaux et des FRF au sol, aux fondations et aux modifications locales.	Pr. Dadah

	Methodologie <i>Phase 1</i> : Revue bibliographique, formulation de l'ISS dynamique et choix des méthodes d'identification/reconstruction. <i>Phase 2</i> : Développement de modèles éléments finis 2D/3D et génération des réponses vibratoires. <i>Phase 3</i> : Validation des méthodes d'identification et de reconstruction pour des mesures complètes puis réduites. <i>Phase 4</i> : Analyses de sensibilité et validation sur des bâtiments ou ouvrages d'art représentatifs.	
SIDD12	Titre: Analyse des vibrations et de l'interaction sol-structure des ponts 2D et 3D sous sollicitations dynamiques Problématique Les vibrations des ponts résultent du couplage entre tablier, piles, appareils d'appui, fondations et sol. L'ISS peut modifier les fréquences propres, formes modales, niveaux d'amortissement, résonances et antirésonances. En 3D, ces effets concernent également les modes latéraux, torsionnels et couplés. La thèse vise à développer une méthodologie de modélisation et de caractérisation dynamique de ponts 2D et 3D prenant explicitement en compte l'ISS et les mécanismes d'amortissement. Objectifs scientifiques 1. Développer et valider des modèles 2D et 3D de ponts avec interaction sol-fondation-structure. 2. Étudier l'influence du sol et des fondations sur les modes verticaux, latéraux, torsionnels et couplés. 3. Analyser les FRF, résonances, antirésonances et effets d'amortissement. 4. Développer des stratégies de réduction et de réanalyse pour les études paramétriques et les modifications structurales. Methodologie <i>Phase 1</i> : Revue bibliographique, choix des modèles de sol/fondation et définition des ponts de référence. <i>Phase 2</i> : Développement et validation des modèles 2D ; analyses modales et FRF avec et sans ISS. <i>Phase 3</i> : Extension aux modèles 3D intégrant flexion verticale, latérale, torsion et différents mécanismes d'amortissement. <i>Phase 4</i> : Études paramétriques, modifications structurales, réduction/réanalyse dynamique et recommandations de modélisation	Pr. Dadah
SIDD13	Titre : An Explainable, Fair and Adaptive Deep Learning Framework for Early Prediction of Student Performance and Dropout in Higher Education Problématique	Pr. Senhaji

Comment concevoir un framework de Deep Learning capable de prédire précocement et avec précision la performance académique et le risque d'abandon des étudiants, tout en garantissant l'interprétabilité, l'équité des prédictions et l'adaptabilité du modèle à l'évolution des comportements d'apprentissage ?

Objectifs scientifiques

1. Développer un modèle intelligent de prédiction précoce
Concevoir des modèles de Machine Learning et de Deep Learning capables de prédire précocement la performance académique et le risque d'abandon des étudiants à partir de leurs données académiques et comportementales.
2. Optimiser automatiquement les modèles prédictifs
Développer une stratégie d'optimisation des hyperparamètres, notamment à l'aide de BOHB (Bayesian Optimization and HyperBand), afin d'améliorer les performances, la robustesse et l'efficacité des modèles de Deep Learning.
3. Développer un framework explicable et équitable
Intégrer des méthodes d'Explainable AI (XAI), notamment SHAP, afin d'identifier et de quantifier les facteurs influençant les prédictions, tout en évaluant et en réduisant les éventuels biais et disparités des modèles selon les différents groupes d'étudiants.
4. Concevoir un modèle adaptatif et généralisable
Développer un modèle capable de s'adapter à l'évolution des comportements et des traces d'apprentissage des étudiants, puis évaluer sa généralisation sur plusieurs jeux de données et contextes universitaires, afin de construire un système intelligent d'aide à la décision pour les établissements d'enseignement supérieur.

Méthodologie

- **Phase 1 : préparation des données + feature selection + modèles ML/DL**
- **Phase 2 : optimisation BOHB + prédiction précoce**
- **Phase 3 : SHAP/XAI + fairness + modèle adaptatif**

Phase 4 : validation sur plusieurs datasets + système intelligent

SIDD14	Titre : Développement d'un framework d'intelligence artificielle multimodale pour la compréhension, la comparaison et l'analyse intelligente des modèles BIM à partir de données IFC, d'images, de nuages de points 3D et de données textuelles Problématique Comment développer un framework d'intelligence artificielle multimodale capable de fusionner et d'interpréter les données IFC, les images, les nuages de points 3D et les données textuelles afin de permettre une compréhension sémantique et spatiale du bâtiment, une comparaison automatisée entre les états As-Designed et As-Built, ainsi qu'une détection fiable et explicable des anomalies et des non-conformités ? Objectifs scientifiques IFC/BIM — Images — Nuages 3D — Textes — ↓ Fusion multimodale —> IA / LLM —> Raisonnement BIM Méthodologie <i>Phase 1 — IFC + BIM intelligent</i> • Parsing et compréhension des fichiers IFC • Extraction automatique des objets et relations • Ontologies BIM • Graphes BIM • Machine Learning / Deep Learning <i>Phase 2 — Vision et 3D</i> • Images de chantier • Nuages de points LiDAR • Segmentation 2D/3D • Reconnaissance des éléments du bâtiment • Correspondance IFC ↔ image ↔ point cloud	Pr. Senhaji
--------	---	-------------

	Phase 3 — Fusion multimodale • Fusion des modalités • Vision-Language Models • LLM / Multimodal LLM • Raisonnement sur les données BIM • Détection des incohérences et anomalies Phase 4 — BIM intelligent et validation • As-designed vs As-built • Détection automatique des non-conformités • Explicabilité de l'IA • Validation sur des projets réels • Développement d'un assistant BIM intelligent	
SIDD15	Titre : Développement d'un framework d'intelligence artificielle robuste, explicable et sécurisé pour le diagnostic médical assisté par ordinateur Objectifs : 1. Concevoir un framework d'IA destiné à améliorer la fiabilité et la précision du diagnostic médical assisté par ordinateur. 2. Développer des modèles capables de traiter différentes modalités d'imagerie médicale et/ou données cliniques. 3. Améliorer la robustesse des modèles face à la variabilité des données, au bruit et aux changements de distribution. 4. Intégrer des méthodes d'intelligence artificielle explicable (XAI) permettant d'interpréter les décisions des modèles. 5. Renforcer la sécurité, la confidentialité et la fiabilité des données et des modèles utilisés en contexte médical.	Pr. Senhaji

	Plan de travail : 6. Réaliser une revue de littérature sur l'IA médicale, la robustesse, l'XAI, la cybersécurité et le diagnostic assisté par ordinateur. 7. Constituer et prétraiter des bases de données médicales, puis développer différents modèles d'apprentissage automatique et profond. 8. Mettre en place des stratégies de robustesse, de validation et de détection des incertitudes et des erreurs de prédiction. 9. Intégrer des techniques XAI et des mécanismes de sécurité, puis évaluer leurs performances sur des scénarios cliniques réalistes. 10. Valider le framework sur plusieurs tâches diagnostiques et proposer une architecture généralisable, fiable, explicable et sécurisée pour son intégration dans les systèmes d'aide à la décision clinique.	
SIDD16	Titre : Prédiction intelligente du risque de crédit bancaire par des méthodes hybrides d'intelligence artificielle et d'optimisation métaheuristique Objectifs : 1. Développer un modèle intelligent permettant d'évaluer et de prédire le risque de crédit des emprunteurs. 2. Identifier les principaux facteurs financiers, économiques et comportementaux associés au risque de défaut. 3. Comparer les performances de différentes techniques d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond. 4. Intégrer des méthodes d'optimisation métaheuristique pour améliorer la sélection des variables et le paramétrage des modèles. 5. Concevoir un modèle hybride combinant intelligence artificielle et optimisation afin d'accroître la précision, la robustesse et la capacité de généralisation.	Pr. Senhaji

	Plan de travail : 6. Réaliser une revue de littérature sur le scoring de crédit, l'IA, les modèles hybrides et les algorithmes métaheuristiques. 7. Constituer et préparer une base de données de crédits, incluant le nettoyage, l'équilibrage et la sélection des variables pertinentes. 8. Développer et comparer plusieurs modèles d'IA pour la classification du risque de défaut. 9. Intégrer des algorithmes métaheuristiques pour optimiser la sélection des caractéristiques, les hyperparamètres et/ou l'architecture des modèles. 10. Évaluer les modèles selon des critères de performance, de robustesse et d'interprétabilité, puis proposer une solution intelligente d'aide à la décision pour la gestion du risque de crédit bancaire.	
SIDD17	Titre : Analyse intelligente et multimodale des risques de sécurité sur les chantiers à partir des données BIM, images et informations textuelles Objectifs : 1. Développer un système intelligent capable d'identifier et d'évaluer automatiquement les risques de sécurité sur les chantiers. 2. Exploiter conjointement les données BIM, les images et les informations textuelles relatives aux activités de construction. 3. Identifier les situations dangereuses, les non-conformités et les facteurs susceptibles de provoquer des accidents. 4. Développer des modèles d'intelligence artificielle capables de fusionner et d'analyser différentes sources de données. 5. Améliorer la prévention des accidents et fournir une aide intelligente à la prise de décision en matière de sécurité. Plan de travail : 6. Réaliser une revue de littérature sur l'IA appliquée à la sécurité des chantiers, le BIM, l'analyse d'images et l'IA multimodale.	Pr. Kzadri

	7. Constituer et structurer une base de données multimodale intégrant modèles BIM, photographies/vidéos de chantier et documents textuels. 8. Développer des méthodes de vision par ordinateur, de traitement automatique du langage et d'analyse des données BIM pour détecter les situations à risque. 9. Concevoir un modèle multimodal permettant de fusionner les informations provenant des différentes sources et d'évaluer automatiquement le niveau de risque. 10. Valider le framework sur des scénarios réels ou simulés et développer un outil d'aide à la décision permettant d'anticiper les risques et d'améliorer la prévention sur les chantiers.	
SIDD18	<u>Titre :</u> <i>Cartographie et suivi des inondations par imagerie satellite pour la gestion des risques hydrologiques au Maroc : généralisation multi-capteurs et adaptation aux bassins versants marocains</i> <u>Problématique</u> Le Maroc est régulièrement exposé à des crues éclair dévastatrices, notamment dans les régions semi-arides (bassins du Ziz, du Guir, du Sebou), comme l'ont tragiquement illustré les inondations de septembre 2024. L'imagerie satellite radar (SAR, notamment Sentinel-1) offre un potentiel opérationnel majeur pour leur surveillance grâce à sa capacité d'acquisition tout-temps, indépendante de la couverture nuageuse. Les modèles de deep learning pour la segmentation SAR sont aujourd'hui entraînés et validés majoritairement sur des jeux de données internationaux (ex. Sen1Floods11), couvrant des contextes climatiques et morphologiques différents de ceux du Maroc (crues éclair rapides, sols arides, morphologie de oueds). L'absence de données annotées et de modèles adaptés au contexte marocain limite fortement l'usage opérationnel de ces outils par les institutions nationales (ABH, DGM, Protection Civile). <u>Objectifs scientifiques</u>	

1. Évaluer la capacité de généralisation de modèles de segmentation SAR sur des bassins versants marocains, en quantifiant l'écart de performance (domain gap) par rapport aux données d'entraînement internationales.
2. Constituer un jeu de données SAR annoté représentatif du contexte marocain (oueds à crues éclair, zones arides).
3. Développer une méthode d'adaptation de domaine permettant d'améliorer la robustesse des modèles sur les spécificités locales (résolution temporelle, texture des sols, dynamique rapide des crues).
4. Valider l'approche sur un ou plusieurs cas d'inondations réels documentés au Maroc (ex. crues de septembre 2024).

Méthodologie

- **Phase 1 : Étude bibliographique et benchmark de généralisation cross-région/cross-capteur des modèles existants entraînés sur Sentinel-1, appliqués aux bassins versants marocains.**
- **Phase 2 : Constitution et annotation d'un jeu de données SAR représentatif du contexte marocain (oueds à crues éclair, zones arides): article 1.**
- **Phase 3 : Conception et développement d'une méthode d'adaptation de domaine ciblée sur les spécificités marocaines (sols arides, dynamique rapide des crues): article 2.**
- **Phase 4 : Validation opérationnelle sur des cas réels d'inondations documentés (ex. crues de septembre 2024) et valorisation scientifique des résultats.**

SIDD19	Titre : <i>Segmentation d'images médicales guidée par level-sets de Hamilton-Jacobi et apprentissage profond</i> <u>Problématique</u> La segmentation d'images médicales (IRM, scanner) est une étape clé pour le diagnostic assisté par ordinateur. Les méthodes de deep learning (U-Net et variantes) offrent d'excellentes performances mais manquent de garanties de régularité géométrique et généralisent mal en cas de données d'entraînement limitées, un problème critique en imagerie médicale où l'annotation est coûteuse et rare. Les méthodes variationnelles classiques, notamment les contours actifs géodésiques et les level-sets, formulées comme des équations aux dérivées partielles de Hamilton-Jacobi, offrent des garanties théoriques de régularité et de convergence, mais restent moins performantes que le deep learning pur sur des images complexes ou bruitées. Le couplage de ces deux approches reste peu exploité pour la segmentation médicale multimodale. <u>Objectifs scientifiques</u> 1. Réaliser une revue systématique des approches croisant méthodes variationnelles (Hamilton-Jacobi, level-sets) et deep learning pour la segmentation d'images médicales. 2. Concevoir une architecture hybride couplant un réseau d'extraction de features profondes à une évolution de contour régie par une PDE de Hamilton-Jacobi différentiable. 3. Étudier la stabilité numérique et la convergence du schéma d'évolution proposé, en lien avec les propriétés mathématiques des équations HJ. 4. Valider et généraliser l'approche sur plusieurs modalités et jeux de données médicaux (IRM, scanner, radiographie). <u>Méthodologie</u>	Pr. Kzadri
--------	--	------------

	• Phase 1 : Revue systématique de la littérature (méthodologie PRISMA) sur les approches variationnelles Hamilton-Jacobi et le deep learning pour la segmentation médicale: article 1. • Phase 2 : Formulation mathématique et implémentation d'un schéma de level-set différentiable intégré à un réseau de segmentation (contrainte de régularité géométrique): article 2. • Phase 3 : Analyse théorique de la stabilité/convergence du schéma numérique et optimisation computationnelle. Phase 4 : Validation expérimentale et étude de généralisation cross-dataset/cross-modalité: article 3.	
SIDD20	Titre : <i>Segmentation d'images Satellite par level-sets de Hamilton-Jacobi et apprentissage auto-supervisé pour la cartographie des inondations</i> Problématique La segmentation de plans d'eau en imagerie SAR pour la cartographie des inondations est fortement perturbée par le bruit speckle, ce qui dégrade la netteté des contours obtenus par deep learning pur. Par ailleurs, la rareté des données annotées, en particulier au Maroc, limite les performances des modèles supervisés classiques. Les formulations de type Hamilton-Jacobi (level-sets, contours actifs géodésiques) offrent une évolution de contour régularisée intrinsèquement robuste au bruit, mais leur couplage avec des représentations apprises en mode auto-supervisé (sans annotation massive) reste largement inexploré pour l'imagerie SAR. Objectifs scientifiques	Pr. Kzadri

	1. Réaliser une revue systématique des méthodes combinant approches variationnelles (Hamilton-Jacobi) et apprentissage auto-supervisé pour la segmentation d'images radar. 2. Développer une méthode d'apprentissage auto-supervisée pour l'extraction de représentations SAR pertinentes, réduisant la dépendance aux masques annotés. 3. Coupler ces représentations à une évolution de contour de type Hamilton-Jacobi pour garantir la régularité géométrique des zones inondées détectées. 4. Valider l'approche sur des cas réels d'inondations (dont des bassins versants marocains) en comparaison avec les approches supervisées classiques. <u>Méthodologie</u> • Phase 1 : Revue systématique (PRISMA) des méthodes Hamilton-Jacobi/level-sets couplées à l'apprentissage auto-supervisé en imagerie SAR: article 1. • Phase 2 : Conception et entraînement d'un module de représentation auto-supervisé sur données SAR non annotées. • Phase 3 : Couplage du module auto-supervisé à un schéma d'évolution de contour Hamilton-Jacobi différentiable: article 2. Phase 4 : Validation sur cas réels d'inondations (Maroc et jeux de données internationaux) et comparaison au supervisé classique: article 3.	
SIDD21	<u>Titre : Détection d'intrusion réseau par apprentissage profond : généralisation cross-dataset et robustesse</u> <u>Problématique</u> La complexité croissante du trafic réseau et la diversification des attaques rendent les systèmes de détection d'intrusion (IDS) à base de signatures insuffisantes face aux menaces nouvelles ou inconnues (zero-day). Les IDS basés sur le deep learning (CNN, LSTM, Transformer) atteignent des	Pr. Kzadri

performances élevées sur des jeux de données de référence, mais des études récentes montrent une chute significative de performance lorsque ces modèles sont transférés vers un environnement réseau ou un jeu de données différent de celui de l'entraînement.

Par ailleurs, les modèles de deep learning utilisés pour la détection d'intrusion sont eux-mêmes vulnérables aux perturbations adversaires, ce qui questionne leur fiabilité en conditions réelles. Peu de travaux combinent à la fois l'étude de la généralisation cross-domaine et le renforcement de la robustesse face à ces perturbations, alors que ces deux enjeux sont critiques pour un déploiement opérationnel.

Objectifs scientifiques

1. Réaliser une revue systématique des méthodes de deep learning pour la détection d'intrusion réseau (taxonomie par architecture, dataset, protocole d'évaluation, limites).
2. Évaluer la capacité de généralisation cross-dataset de modèles état de l'art (CICIDS2017, NSL-KDD, UNSW-NB15) et quantifier l'écart de performance (domain gap) entre environnements réseau.
3. Concevoir une méthode de renforcement de la robustesse (adaptation de domaine et/ou entraînement adversarial) ciblant les faiblesses identifiées.
4. Valider l'approche sur un environnement réseau simulé/réaliste et comparer aux approches classiques et état de l'art.

Méthodologie

- **Phase 1 : Revue systématique de la littérature (méthodologie PRISMA) sur le deep learning pour la détection d'intrusion réseau: article 1.**
- **Phase 2 : Benchmark de généralisation cross-dataset des modèles existants et analyse du domaine gap: article 2.**

	• Phase 3 : Conception d'une méthode d'adaptation de domaine et/ou de robustesse adversariale ciblant les faiblesses identifiées. Phase 4 : Validation sur environnement réseau simulé/réaliste et comparaison aux approches état de l'art: article 3.	
SIDD22	Titre : Théorie des Jeux Différentiels et Modélisation Bio-Économique des Épizooties : Allocation Optimale des Ressources et Interventions Politiques sur les Marchés Agricoles <u>Problématique :</u> Le traitement biologique des eaux usées industrielles est un enjeu environnemental et énergétique majeur, mais les dynamiques biologiques non linéaires, les chocs de toxicité et les contraintes opérationnelles non convexes dépassent les capacités des lois de contrôle linéaires classiques. Comment garantir, en temps réel, un traitement conforme, économe en énergie et robuste face à ces chocs de toxicité ? Objectives scientifiques : • Construire un cadre de contrôle feedback optimal non lisse et multi-objectifs, arbitrant entre consommation énergétique d'aération et pureté de l'effluent. • Formuler et analyser les équations d'Hamilton-Jacobi-Bellman-Isaacs (HJBI) associées, et établir l'existence et l'unicité des solutions de viscosité. • Concevoir des schémas numériques (Level Set, Fast Marching, Galerkin Discontinu) pour cartographier les ensembles atteignables sous contraintes non convexes. • Valider le cadre proposé sur un cas d'étude réaliste de bioréacteur industriel. Méthodologie : Phase 1 Modélisation : Identifier les dynamiques biologiques du bioréacteur et modéliser les contraintes de toxicité sous forme d'inclusions différentielles.	Pr. Lazaar

	Phase 2 Analyse théorique : Dériver les équations HJB non convexes et caractériser théoriquement les solutions de viscosité. Phase 3 Développement numérique : Discrétiser le problème (Galerkin Discontinu, Level Set, Fast Marching) pour cartographier les ensembles atteignables. Phase 4 Implémentation et valorisation : Implémenter sous MATLAB/Python les lois de contrôle feedback discontinu, valider les résultats et rédiger les articles. Publications envisagées : • Existence et unicité des solutions de viscosité pour les équations HJBI non convexes. • Schémas numériques Level Set / Galerkin Discontinu pour la cartographie des ensembles atteignables. • Contrôle feedback multi-objectifs appliqué aux bioréacteurs de traitement des eaux usées.	
SIDD23	Titre : Théorie de la Viabilité et Stabilisation par Feedback Discontinu en Ingénierie Biomédicale : Architectures de Contrôle Robuste pour le Dosage Chimio -thérapeutique et le Confinement Vectoriel <u>Problématique :</u> Les traitements biomédicaux modernes dosage chimio-thérapeutique, confinement vectoriel exigent une précision extrême, car toute délivrance mal calibrée peut mettre en péril les cellules saines du patient. Comment délivrer un tel traitement de façon discontinue et automatisée, tout en garantissant à chaque instant le respect des seuils physiologiques vitaux ? Objectives scientifiques : • Formuler les dynamiques cellulaires et pharmaco-cinétiques sous forme d'inclusions différentielles non lisses soumises à des contraintes de viabilité. • Caractériser théoriquement le noyau de viabilité (conditions tangentielles, théorie d'Aubin) associé au domaine admissible.	Pr. Lazaar

	• Développer des algorithmes numériques (Level Set, Fast Marching, BDF d'ordre élevé) pour approximer ce noyau. • Synthétiser des lois de stabilisation par feedback discontinu, transférables à des dispositifs d'infusion intelligents. Méthodologie : Phase 1 Formulation : Formuler les dynamiques cellulaires et pharmacocinétiques comme inclusions différentielles avec contraintes de viabilité. Phase 2 Caractérisation théorique : Évaluer les conditions tangentielles le long des frontières du domaine de viabilité (théorie d'Aubin). Phase 3 Développement numérique : Développer des algorithmes Level Set, Fast Marching et BDF d'ordre élevé pour approximer le noyau de viabilité. Phase 4 Synthèse et intégration : Synthétiser les lois de dosage discontinu et les intégrer dans un prototype de dispositif biomédical d'infusion intelligent. Publications envisagées : • Caractérisation théorique du noyau de viabilité pour inclusions différentielles biomédicales. • Algorithmes Level Set / Fast Marching pour le dosage thérapeutique. • Application au dosage chimiothérapeutique ou au confinement vectoriel.	
SIDD24	Titre : Programmation Dynamique Stochastique et Formulations d'Hamilton-Jacobi pour la Stabilité Macro-Financière et l'Allocation d'Actifs dans la Transition Verte <u>Problématique :</u> La transition écologique bouleverse les marchés financiers en générant des chocs réglementaires et financiers discontinus, difficilement anticipables par les modèles classiques et potentiellement	Pr. Lazaar

déstabilisateurs pour la sphère macro-financière. Comment allouer de façon optimale le capital vers les actifs verts dans un tel contexte d'incertitude ?

Objectives scientifiques :

- Modéliser conjointement le capital, les prix d'actifs et les émissions par des équations différentielles stochastiques à saut-diffusion.
- Dériver et résoudre l'équation intégral-différentielle d'Hamilton-Jacobi-Bellman stochastique (HJBS) associée à l'allocation optimale.
- Construire des schémas numériques robustes (différences finies implicites, Monte-Carlo) pour approcher la solution.
- Cartographier les corridors de risque systémique et proposer des recommandations pour les régulateurs financiers.

Méthodologie :

Phase 1 Modélisation : Modéliser l'évolution du capital, des prix d'actifs et des émissions par équations différentielles stochastiques à saut-diffusion.

Phase 2 Dérivation théorique : Établir l'équation HJBS par le principe de programmation dynamique d'Itô-Mandelbrot.

Phase 3 Résolution numérique : Construire des schémas de différences finies implicites et des simulations de Monte-Carlo (Python/MATLAB).

Phase 4 Valorisation : Cartographier les corridors de risque systémique et optimiser les portefeuilles pour les régulateurs financiers.

Publications envisagées :

- Formulation et résolution de l'équation HJBS à sauts pour l'allocation d'actifs verts.

	• Schémas numériques pour EDP stochastiques à sauts en finance. • Régulation du risque systémique lié à la transition verte.	
SIDD25	Titre : Evaluation et Modélisation des Prix d'Actifs avec des Systèmes Stochastiques Problématique : L'évaluation et la modélisation des prix d'actifs financiers constituent un enjeu majeur en finance quantitative : face à l'incertitude et à la forte volatilité des marchés, les systèmes stochastiques offrent un cadre puissant pour décrire ces dynamiques complexes et intégrer l'aléa inhérent aux marchés. Comment modéliser fidèlement la dynamique des prix d'actifs financiers dans des marchés émergents marqués par une forte volatilité, des ruptures brutales et une disponibilité limitée de données fiables ? Objectives scientifiques : • Évaluer de manière critique les modèles stochastiques existants (diffusion, sauts, modèles hybrides) et leurs limites en contexte de marché émergent. • Adapter et étendre ces modèles mathématiques aux spécificités des séries temporelles réelles des marchés émergents. • Développer des algorithmes numériques et statistiques robustes pour l'estimation des paramètres et la simulation des trajectoires. • Proposer un cadre décisionnel fiable pour l'évaluation et la gestion des risques financiers. Méthodologie : Phase 1 Synthèse critique : Réaliser la synthèse bibliographique et l'évaluation critique des modèles stochastiques existants (diffusion, sauts, hybrides). Phase 2 Adaptation théorique : Adapter les équations stochastiques aux caractéristiques propres aux marchés émergents.	Pr. Lazaar

	Phase 3 Développement méthodologique : Développer, calibrer et valider les méthodes numériques/statistiques d'estimation sur données réelles. Phase 4 Application : Simuler des trajectoires, réaliser des tests de résistance (stress-testing) et développer des outils d'aide à la décision. Publications envisagées : • Revue critique et proposition d'un modèle hybride adapté aux marchés émergents. • Méthodes d'estimation statistique robustes pour processus à sauts. • Outil d'aide à la décision et stress-testing appliqué à un marché émergent.	
SIDD26	Titre : Multi-Objective Optimal Control for Autonomous Agricultural Drone Swarms in Uncertain Environments Problématique : Precision agriculture increasingly relies on autonomous drone swarms, yet ensuring their coordination and safety under real-world uncertainty remains a major technological barrier. How can a hierarchical control framework for such swarms guarantee probabilistic stability, safety, and multi-objective (Pareto) performance when facing unbounded stochastic disturbances and complex swarm dynamics? Objectives scientifiques : • Establish robust state-feedback stabilization laws resilient to unbounded stochastic disturbances. • Design and implement real-time multi-objective (Pareto) optimal control laws for the swarm. • Integrate an adaptive learning module compensating for unmodeled dynamics and changing environments. • Guarantee the swarm remains within a safe operational envelope with a prescribed probability. Méthodologie :	Pr. Lazzar

	Phase 1 Modeling : Model the swarm dynamics and design robust state-feedback stabilization laws under stochastic disturbances. Phase 2 Optimal control formulation: Formulate the multi-objective optimal control problem and develop real-time Pareto-front algorithms. Phase 3 Adaptive learning : Design and integrate the adaptive learning module for uncertainty estimation and compensation. Phase 4 Validation: Run intensive numerical simulations, experimental validation, and evaluate probabilistic safety guarantees. Publications envisagées : • Theoretical paper on robust stochastic stabilization for swarm dynamics. • Real-time Pareto-optimal control algorithms for multi-agent systems. • Applied paper on autonomous agricultural drone swarms.	
SIDD27	Titre : The Development of a Stochastic Optimal Control Framework for Integrated Green Hydrogen Systems in Morocco Problématique : Green hydrogen is emerging as a cornerstone of Morocco's energy transition, yet its economic viability and reliability hinge on managing the intermittency of renewable resources. How can a stochastic model predictive control (SMPC) framework co-optimize an integrated PV–Wind–Battery–PEM system to minimize the levelized cost of hydrogen (LCOH), equipment degradation, and grid impact under this intermittency? Objectives scientifiques :	Pr. Lazaar

	• Model the coupled dynamic state equations of the integrated system (state of charge, hydrogen output, temperature). • Formulate a multi-objective cost function balancing LCOH, premature component wear, and grid stability. • Develop an SMPC controller embedding stochastic forecasts of Moroccan solar and wind resources. • Demonstrate the operational feasibility and techno-economic viability of the proposed framework. Méthodologie : Phase 1 System modeling : Model the coupled system (PV–Wind–Battery–PEM electrolyzer) and the stochastic dynamics of intermittent energy flows. Phase 2 Cost formulation : Define the multi-objective cost function (LCOH, electrochemical/thermal degradation, grid constraints). Phase 3 Controller design : Implement the receding-horizon Stochastic Model Predictive Controller (SMPC). Phase 4 Validation : Simulate on real Moroccan weather profiles, run comparative performance analysis, and validate operational stability. Publications envisagées : • SMPC formulation for coupled renewable–hydrogen systems. • Techno-economic degradation-aware cost modeling for green hydrogen production. • Case study on Moroccan renewable resources and green hydrogen feasibility.	
SIDD28	Titre : The Development of an Optimal Control Problem for a Hybrid Energy Storage System at the Noor Ouarzazate Complex	Pr. Lazaar

Problématique :

The Noor Ouarzazate complex combines long-duration thermal storage (TES) and fast electrochemical storage (BESS), two complementary technologies that are rarely co-optimized in practice. How can they be orchestrated together to maximize overall profitability while meeting the grid ancillary service requirements of the national utility (ONEE) ?

Objectives scientifiques :

- Develop coupled dynamic models of the CSP-TES plants (Noor I, II, III), the PV plant (Noor IV), and BESS architectures.
- Design an optimal-control-based Energy Management System (EMS) for real-time arbitrage between TES and BESS.
- Jointly optimize long-term baseload injection and fast ancillary services (frequency/voltage).
- Assess the techno-economic impact under the site's and ONEE grid's operational constraints.

Méthodologie :

Phase 1 Modeling : Build a fine-grained model of the hybrid complex (Noor I-IV, molten-salt TES, Lithium-ion/Flow BESS banks).

Phase 2 EMS design : Derive and design, algorithmically, the real-time optimal-control-based Energy Management System.

Phase 3 Grid integration: Integrate the Moroccan national grid (ONEE) operational constraints and rules.

Phase 4 Validation : Run global techno-economic simulation, optimize charge/discharge strategies, and validate on historical production data.

Publications envisagées :

- Optimal-control EMS for hybrid TES-BESS storage.
- Techno-economic assessment of CSP-PV-BESS hybridization at utility scale.

	• Case study on Noor Ouarzazate grid ancillary services.	
SIDD29	Titre : Couplage Deep Learning (U-NetMN/SegNetMN) et Équations aux Dérivées Partielles / Level Set pour la Détection et le Contrôle Optimal en Temps Réel des Surfaçages d'Eau et Risques d'Inondation par Imagerie SAR Bimodale Problématique : La surveillance des inondations en temps réel est cruciale pour la gestion des barrages et réservoirs, mais l'imagerie radar SAR est affectée par un bruit de speckle qui limite la précision des méthodes de détection classiques. Comment détecter en temps réel, avec précision, l'extension des surfaces en eau malgré ce bruit, et transformer cette information en décisions de contrôle optimal ? Objectives scientifiques : • Développer une architecture hybride IA-Physique combinant segmentation d'images SAR bimodales (U-NetMN/SegNetMN) et méthode Level Set/HJB. • Assurer un suivi dynamique précis des frontières d'inondation à partir des masques d'eau segmentés. • Formuler et résoudre un problème de contrôle optimal non lisse pour la régulation des débits de crue. • Valider l'approche sur des données satellites réelles et développer une plateforme de simulation temps réel. Méthodologie : Phase 1 Segmentation : Traiter et segmenter les images SAR bimodales (U-NetMN, SegNetMN) pour l'extraction automatisée des surfaces en eau. Phase 2 Assimilation : Assimiler les masques d'eau segmentés comme conditions aux limites dynamiques dans un modèle EDP de réaction-diffusion / Level Set.	Pr. Lazaar

	Phase 3 Contrôle optimal : Formuler et résoudre un problème de contrôle optimal non lisse (HJB) pour la régulation des débits de crue. Phase 4 Validation : Valider sur données satellites SAR multi-temporelles et implémenter une plateforme logicielle temps réel (Python/MATLAB). Publications envisagées : • Architecture hybride Deep Learning / Level Set pour le suivi de frontières d'inondation. • Contrôle optimal HJB pour la régulation des débits de crue. • Étude de cas opérationnelle sur un bassin hydraulique marocain.	
SIDD30	Titre : Modélisation Bio-Économique et Théorie des Jeux Différentiels pour la Gestion des Risques d'Inondation Agricole : Assimilation de Données Satellitaires par Deep Learning et Politiques d'Indemnisation Optimale Problématique : Les inondations agricoles récurrentes engendrent des pertes économiques majeures, et l'évaluation manuelle des dommages retarde souvent l'indemnisation, favorisant les comportements de passager clandestin chez les exploitants. Comment concevoir des politiques d'assurance et d'indemnisation agricole équitables et réactives face à ces inondations ? Objectives scientifiques : • Automatiser l'extraction des dégâts de crue par segmentation Deep Learning (U-NetMN/SegNetMN) d'images SAR. • Coupler cette cartographie IA avec les fonctions de coût de production et de pertes de capital dans un modèle bio-économique dynamique. • Modéliser un jeu différentiel stochastique agriculteurs/État et dériver les équilibres de Nash et de Stackelberg associés.	Pr. Lazaar

	• Élaborer des outils d'aide à la décision pour les ministères et compagnies d'assurance. Méthodologie : Phase 1 Cartographie IA : Entraîner des modèles U-NetMN/SegNetMN avec mécanismes d'attention pour cartographier et estimer la sévérité des inondations agricoles. Phase 2 Couplage bio-économique : Coupler la cartographie IA avec les fonctions de coût de production et de pertes de capital dans le modèle dynamique. Phase 3 Théorie des jeux : Dériver les équilibres de Nash et de Stackelberg pour déterminer les taux de subvention et d'indemnisation optimaux. Phase 4 Outils de décision : Élaborer des outils d'aide à la décision, validés sur des cas d'étude d'inondations réels. Publications envisagées : • Segmentation Deep Learning pour l'estimation automatisée des dégâts agricoles. • Modèle de jeu différentiel stochastique pour l'assurance agricole. • Étude de cas politique publique d'indemnisation optimale.	
SIDD31	Titre : Modèles Hybrides IA-Physique pour la Surveillance et le Contrôle Optimal de la Qualité des Eaux et des Rejets Polluants : Fusion Multimodale SAR/Optique par Deep Learning et Formulations Hamilton-Jacobi-Bellman Problématique : La pollution des eaux et les proliférations algales menacent à la fois les écosystèmes naturels et les installations industrielles de traitement, mais les approches purement statistiques ou hydrodynamiques	Pr. Lazaaar

peinent à capturer leur propagation rapide sous contraintes d'aération non convexes. Comment détecter et contrôler en temps quasi-réel l'expansion de ces nappes de pollution ?

Objectives scientifiques :

- Développer un réseau de segmentation multimode (SegNetMN, U-NetMN) avec mécanismes d'attention pour détecter les fronts de pollution.
- Modéliser la diffusion des polluants par inclusions différentielles non lisses et formulations HJB sous contraintes de qualité d'eau.
- Concevoir un système de contrôle feedback optimal automatisé, guidé par la segmentation spatio-temporelle multimodale (SAR/Optique).
- Synthétiser des lois de contrôle pour les systèmes d'aération et de dépollution des stations d'épuration.

Méthodologie :

Phase 1 Segmentation multimodale : Développer un réseau de segmentation multimode (SegNetMN, U-NetMN) pour la détection des fronts de pollution aquatique.

Phase 2 Modélisation : Modéliser la diffusion des polluants par inclusions différentielles non lisses et formulations HJB.

Phase 3 Résolution numérique : Résoudre numériquement par schémas Level Set et Galerkin Discontinu, guidés par les données satellitaires quasi temps réel.

Phase 4 Synthèse du contrôle : Synthétiser des lois de contrôle feedback pour les systèmes d'aération et de dépollution des stations d'épuration.

Publications envisagées :

- Fusion multimodale SAR/Optique par Deep Learning pour la détection de pollution aquatique.
- Formulation HJB pour le contrôle non lisse de la qualité de l'eau.

	• Application aux stations d'épuration et à la gestion des proliférations algales.	
SIDD32	Titre : Multi-Agents pour la Résilience Économique et l'Aménagement du Territoire face aux Aléas Hydriques : Fusion de Données SAR par Deep Learning et Contrôle Stochastique Problématique : Les collectivités territoriales font face à des aléas hydriques croissants, mais la rareté des données hydro-spatiales et l'incertitude climatique compliquent l'arbitrage entre coût d'infrastructure, préservation des écosystèmes et risque financier. Comment allouer de façon optimale des fonds de résilience territoriale dans un tel contexte d'incertitude ? Objectives scientifiques : • Reconstruire les séries temporelles d'extension des eaux par segmentation automatique (U-NetMN) d'archives d'images SAR. • Formuler un modèle d'allocation de capital public-privé régi par des équations différentielles stochastiques à saut-diffusion. • Résoudre l'équation HJBS pour déterminer les trajectoires d'investissement résilientes. • Développer un cadre de recommandations stratégiques pour les collectivités territoriales et agences de bassin hydraulique. Méthodologie : Phase 1 Reconstruction historique : Reconstruire les séries temporelles d'extension des eaux par segmentation automatique U-NetMN d'archives SAR bimodales. Phase 2 Modèle d'allocation : Formuler un modèle d'allocation de capital public-privé régi par des équations différentielles stochastiques à saut-diffusion.	Pr. Lazzar

	Phase 3 Résolution HJBS : Résoudre l'équation HJBS par différences finies et simulations de Monte-Carlo pour déterminer les trajectoires d'investissement résilientes. Phase 4 Recommandations : Développer un cadre de recommandations stratégiques pour les collectivités territoriales et agences de bassin hydraulique. Publications envisagées : • Reconstruction historique des zones inondables par Deep Learning appliqué à l'imagerie SAR. • Modèle HJBS d'allocation de capital de résilience territoriale. • Recommandations stratégiques pour l'aménagement du territoire face aux aléas hydriques.	
SIDD33	Titre : Antennes patch éco-énergétiques et transparentes pour dispositifs portables et implants médicaux Résumé : Avec la généralisation des dispositifs portables et des implants médicaux, l'intégration d'antennes compactes, discrètes et biocompatibles devient une nécessité. Ce sujet de recherche s'intéresse au développement d'antennes patch transparentes et éco-énergétiques, fabriquées à partir de substrats flexibles et de matériaux innovants comme les polymères conducteurs ou le graphène. L'enjeu est de concevoir des antennes capables d'assurer une communication fiable entre capteurs biomédicaux et systèmes de surveillance à distance, tout en répondant aux contraintes esthétiques, ergonomiques et énergétiques. Ce type d'approche constitue une avancée majeure pour la santé connectée et les technologies portables de nouvelle génération.	Pr. Halkhams
SIDD34	Tire : Conception d'antennes patch biomimétiques à ultra-large bande pour les communications dans les environnements complexes	Pr. Halkhams

	Résumé : Les environnements de communication modernes, notamment les zones urbaines et intérieures, sont caractérisés par une forte densité d'obstacles et d'interférences. Ce sujet propose de s'inspirer des structures naturelles et biomimétiques pour concevoir des antennes patch à ultra-large bande capables de maintenir une transmission stable et robuste dans ces conditions difficiles. En exploitant des géométries fractales ou des motifs inspirés du vivant, il sera possible d'optimiser la propagation et de limiter les pertes dues aux multitrajets. L'objectif est de développer des antennes compactes et efficaces, destinées aux applications critiques telles que la télémédecine, la réalité augmentée ou les infrastructures de villes intelligentes.	
SIDD35	Titre : Cybersécurité proactive pour la protection des dispositifs médicaux connectés Résumé : La connectivité croissante des dispositifs médicaux – tels que pacemakers, pompes à insuline ou capteurs de santé – apporte des avantages indéniables mais expose également les patients à des menaces cybernétiques. Ce sujet s'attache à développer des solutions de cybersécurité proactives capables de détecter et de neutraliser les intrusions avant qu'elles n'affectent la sécurité des systèmes. L'accent sera mis sur des approches dynamiques et adaptatives qui garantissent une protection en temps réel. Les résultats attendus visent à renforcer la confiance dans les technologies médicales connectées et à assurer la continuité des soins dans des environnements critiques.	Pr. Halkhams
SIDD36	Titre : Authentification avancée multi-biométrique pour la santé numérique Résumé :	Pr. Halkhams

	L'authentification des utilisateurs constitue un enjeu majeur pour protéger l'accès aux plateformes de santé numérique et aux dossiers médicaux électroniques. Ce sujet propose de concevoir un système d'authentification innovant reposant sur la fusion de plusieurs biométries, telles que la reconnaissance vocale, faciale, oculaire ou encore les signaux physiologiques comme l'ECG. En privilégiant des méthodes sans contact et ergonomiques, il s'agira d'améliorer simultanément la sécurité et l'expérience utilisateur. Une telle solution répond à la fois aux défis de la confidentialité des données médicales et aux nouvelles exigences de la télémédecine et de la santé connectée.	
SIDD37	Titre : Espaces verts et inclusion des marges urbaines à Fès Description: La croissance urbaine non contrôlée au cours des dernières décennies engendre aux marges urbaines des quartiers périphériques souvent dépourvus d'infrastructures et d'équipement de base, y compris les espaces verts et équipements connexes. Ceux-ci sont pourtant des équipements conditionnels des villes durables et résilientes et affectent à plusieurs égards les équilibres humains, économiques et environnement locaux et contextuels. Ces déficits impactent la vie et le bien être des citoyens, affectent la sécurité et posent des questions urgentes de mise à niveau. Cette problématique nécessite des affinements scientifiques, délimitation territoriale, élaboration d'une méthodologie appropriée permettant de mesurer les écarts, démontrer les besoins et proposer des solutions. Le candidat ou candidate est appelé à présenter les contours fondamentaux de cette problématique sur un terrain ciblé. Son rapport comportant la méthodologie et le calendrier d'exécution doit confirmer la visibilité scientifique et pratique du sujet et sa faisabilité.	Pr. Akdim

SIDD38	Tire : Désenclavement et développement rural Description : Au Maroc, de nombreuses zones rurales (notamment de montagne) souffrent d'un enclavement asphyxiant. Ces impacts pèsent sur la vie des citoyens notamment en hivers, sous l'effet du contexte climatique souvent difficile. Toute tentative de développement local, de gestion ou d'exploitation des ressources naturelles reste conditionnée par le désenclavement et la création des routes car « la route est la meilleure voie vers développement ». Restent donc posées des questions de durabilité, d'équilibres environnementaux et des limites posées pour une meilleure exploitation de ces nouvelles infrastructures. Le candidat ou la candidate est appelé à présenter les contours fondamentaux de cette problématique sur un terrain ciblé de son choix. Son rapport comportant la méthodologie et le calendrier d'exécution doit confirmer la visibilité scientifique et pratique du sujet et sa faisabilité.	Pr. Laouane
SIDD39	Titre : Estimation intelligente et simultanée de l'état de charge (SoC) et de l'état de santé (SoH) des batteries Li-ion lors de leur recharge. Objectif général : Développer une méthode précise et en temps réel pour estimer le SoC et le SoH à partir des données de charge. • Étudier les mécanismes de fonctionnement, de charge et de vieillissement des batteries Li-ion. • Constituer une base de données expérimentale comprenant tension, courant, température, temps et nombre de cycles.	Pr. Ouazzani

	• Extraire les indicateurs pertinents des courbes de charge pour caractériser le SoC et le vieillissement. • Développer et comparer des méthodes classiques, de Machine Learning et de Deep Learning pour l'estimation du SoC. • Développer des modèles intelligents pour estimer le SoH et la capacité résiduelle de la batterie. • Mettre au point un modèle hybride et multi-sortie permettant l'estimation simultanée du SoC et du SoH. • Évaluer la robustesse du modèle selon différentes températures, conditions de charge et niveaux de vieillissement, avec des méthodes XAI/SHAP pour son interprétation. • Planning : M1–6 état de l'art, M7–12 expérimentation, M13–18 SoC, M19–24 SoH, M25–32 modèle conjoint/XAI, M33–36 validation, publications et rédaction de la thèse. Pr. Ouazzani	
	Titre : Conception de systèmes embarqués intelligents et basse consommation pour l'acquisition, le traitement en temps réel et l'analyse des signaux multi-capteurs dans les applications IoT Problématique L'essor de l'Internet des objets (IoT) et de l'intelligence en périphérie (<i>Edge Intelligence</i>) nécessite le développement de systèmes embarqués capables d'acquérir, traiter et interpréter localement des données issues de plusieurs capteurs, tout en respectant de fortes contraintes de coût, de consommation énergétique, de mémoire et de puissance de calcul. La transmission systématique des données vers le Cloud augmente la consommation énergétique, la latence et les besoins en communication. La problématique centrale consiste donc à concevoir des architectures embarquées capables de réaliser une partie importante du traitement et de l'analyse directement sur microcontrôleur.	Pr. Qjidaa / Bookil

	Objectif général L'objectif de cette thèse est de développer une plateforme embarquée intelligente, peu coûteuse et énergétiquement efficace, capable d'intégrer plusieurs capteurs, d'effectuer un traitement du signal en temps réel et de prendre des décisions localement, avec une communication sans fil optimisée. Objectifs spécifiques 1. Concevoir une architecture matérielle basée sur un microcontrôleur à faible consommation pour l'acquisition multi-capteurs. 2. Développer des méthodes de traitement numérique du signal adaptées aux ressources limitées : filtrage, réduction du bruit, extraction de caractéristiques et détection d'événements. 3. Étudier des méthodes d'intelligence artificielle légères (<i>TinyML/Edge AI</i>) pouvant être exécutées directement sur microcontrôleur. 4. Développer des stratégies de fusion de données provenant de plusieurs capteurs. 5. Optimiser les protocoles de communication sans fil afin de réduire la consommation énergétique et la latence. 6. Mettre en œuvre un système de contrôle et de décision en temps réel. 7. Évaluer conjointement les performances en termes de précision, temps d'exécution, mémoire, consommation énergétique et coût matériel. 8. Développer un prototype expérimental et le valider dans une application IoT réelle.	
	Titre : Conception et développement de systèmes embarqués intelligents et basse consommation pour l'acquisition et le traitement du signal en temps réel	Pr. Qjidaa / Halkhams

1. Problématique

Le développement de l'Internet des objets (IoT), des systèmes cyber-physiques et de l'intelligence en périphérie (*Edge Intelligence*) nécessite des dispositifs capables d'acquérir, traiter et interpréter localement des signaux provenant de différents capteurs. Ces systèmes doivent fonctionner sous de fortes contraintes de puissance de calcul, de mémoire, de coût et de consommation énergétique.

La problématique de cette thèse consiste à concevoir des solutions embarquées capables d'intégrer des fonctions de traitement du signal et d'intelligence artificielle directement sur des plateformes à ressources limitées, tout en garantissant un fonctionnement en temps réel et une consommation énergétique minimale.

2. Objectif général

Développer des solutions de détection, acquisition, traitement et interprétation intelligente des signaux adaptées aux systèmes embarqués à faible consommation, en privilégiant les architectures à microcontrôleur et les approches *TinyML/Edge AI*.

3. Objectifs spécifiques

- Concevoir des systèmes embarqués capables d'intégrer plusieurs types de capteurs.
- Développer des algorithmes efficaces de traitement numérique du signal adaptés aux ressources limitées.
- Intégrer des méthodes d'intelligence artificielle légère directement sur microcontrôleur.
- Réduire la consommation énergétique et les besoins en mémoire et en calcul.
- Développer des mécanismes de détection et de décision en temps réel.
- Étudier la fusion de données provenant de plusieurs capteurs.
- Optimiser les communications entre les nœuds IoT et les systèmes de supervision.

	• Évaluer les performances en termes de précision, latence, consommation énergétique, mémoire et coût. • Favoriser la collaboration entre les activités d'enseignement, de recherche et de développement technologique. 4. Actions de recherche Axe 1 – Conception des prototypes embarqués • Sélection de microcontrôleurs adaptés aux applications basse consommation. • Conception de cartes et prototypes intégrant différents capteurs. • Développement des interfaces d'acquisition. • Mise en place d'une architecture de communication sans fil. • Conception d'un système expérimental permettant de mesurer la consommation énergétique. Axe 2 – Traitement intelligent du signal • Développement de méthodes de filtrage et de réduction du bruit. • Extraction de caractéristiques pertinentes à faible coût computationnel. • Détection d'événements et d'anomalies. • Développement de méthodes de compression et de réduction des données. • Étude de méthodes de fusion multi-capteurs. Axe 3 – Intelligence embarquée • Développement de modèles TinyML adaptés aux microcontrôleurs. • Compression et quantification des modèles d'IA. • Réduction de la complexité algorithmique.	
--	---	--

	• Implémentation de modèles directement sur la plateforme embarquée. • Comparaison entre traitement local (<i>Edge</i>) et traitement distant (<i>Cloud</i>). Axe 4 – Validation expérimentale Les solutions développées seront évaluées selon plusieurs critères	
	Titre : Conception d'accélérateurs d'intelligence artificielle adaptatifs et reconfigurables pour les systèmes SoC basés sur FPGA 1. Problématique L'intégration de l'intelligence artificielle dans les systèmes embarqués nécessite des architectures capables d'exécuter efficacement des modèles de deep learning tout en respectant des contraintes strictes de latence, consommation énergétique, mémoire et ressources matérielles. Les FPGA offrent une alternative intéressante aux processeurs conventionnels grâce à leur parallélisme massif, leur flexibilité architecturale et leur capacité de reconfiguration. Cependant, l'exécution de plusieurs modèles d'IA sur une même plateforme FPGA demeure difficile en raison des contraintes limitées en ressources logiques, blocs DSP, mémoire embarquée et bande passante. Une architecture statique peut également conduire à une sous-utilisation des ressources lorsque les besoins de calcul évoluent dynamiquement.	Pr. Qjidaa / Boukil

La problématique centrale de cette thèse consiste donc à développer des accélérateurs IA adaptatifs capables de modifier leur configuration et leurs ressources en fonction du modèle exécuté, des données traitées et des contraintes applicatives.

2. Objectif général

Développer une architecture matériel/logiciel reconfigurable pour l'accélération de modèles d'intelligence artificielle sur des FPGA-SoC, permettant l'exécution efficace de plusieurs modèles tout en optimisant simultanément la latence, la consommation énergétique et l'utilisation des ressources matérielles.

3. Objectifs spécifiques

- **Concevoir des accélérateurs matériels dédiés aux algorithmes d'intelligence artificielle.**
- **Développer des architectures adaptatives capables de supporter plusieurs modèles d'IA.**
- **Étudier la reconfiguration dynamique ou partielle des ressources FPGA.**
- **Développer des méthodes de co-conception matériel/logiciel.**
- **Utiliser HLS4ML pour transformer des modèles d'apprentissage automatique en architectures matérielles optimisées.**
- **Étudier la quantification et la compression des modèles afin de réduire les ressources nécessaires.**
- **Optimiser l'utilisation des LUT, DSP, BRAM et autres ressources FPGA.**
- **Réduire la latence d'inférence et la consommation énergétique.**
- **Développer des mécanismes permettant la sélection ou le changement de modèle en temps d'exécution.**
- **Valider expérimentalement les architectures développées sur une plateforme FPGA-SoC.**

	4. Actions de recherche Co-conception matériel/logiciel Une première phase sera consacrée à l'étude des modèles d'intelligence artificielle adaptés à l'implémentation matérielle. Les travaux porteront notamment sur : • sélection des architectures de réseaux neuronaux légers ; • optimisation des modèles avant synthèse ; • quantification des poids et activations ; • pruning et compression des réseaux ; • génération automatique d'architectures matérielles avec HLS4ML ; • optimisation des paramètres de synthèse HLS ; • étude du compromis précision–ressources–latence.	
	Titre : Positionnement optique intelligent et communications par lumière visible (VLC) robustes pour les environnements intérieurs à faible visibilité Problématique Les systèmes de localisation indoor et de communication sans fil conventionnels présentent certaines limites en matière de précision, de robustesse et de disponibilité, notamment dans les environnements où les signaux radiofréquences sont perturbés ou indésirables. Parallèlement, les infrastructures d'éclairage LED offrent une opportunité intéressante pour intégrer	Pr. Qjidaa / Halkhams / Boukil

simultanément illumination, localisation et transmission de données. Cependant, les performances des systèmes de positionnement optique et des communications VLC restent sensibles à la géométrie de l'environnement, aux mouvements des utilisateurs, aux réflexions lumineuses et surtout aux conditions de faible visibilité. La thèse vise ainsi à développer une solution intelligente permettant d'améliorer simultanément la précision du positionnement, la fiabilité des communications et la robustesse aux conditions environnementales variables.

Objectif général

Développer un système intelligent de localisation et de communication optique indoor basé sur une infrastructure LED, capable de fonctionner de manière robuste dans des environnements à faible visibilité et de fournir simultanément des services d'éclairage, de positionnement et de transmission de données.

Objectifs spécifiques

- **Développer des méthodes de positionnement optique de haute précision à partir de photodétecteurs PSD.**
- **Explorer la localisation basée sur smartphone à partir des signaux lumineux émis par les LED.**
- **Concevoir des algorithmes d'intelligence artificielle pour améliorer l'estimation de la position.**
- **Étudier et optimiser les protocoles VLC pour les environnements indoor.**
- **Améliorer la robustesse des communications en présence de faible visibilité, d'obstacles et de perturbations optiques.**
- **Développer des mécanismes adaptatifs permettant d'ajuster les paramètres de communication en fonction des conditions environnementales.**
- **Évaluer conjointement la précision de localisation, le débit, la latence et la fiabilité de transmission.**

	• Concevoir une infrastructure LED capable de supporter simultanément éclairage + communication + localisation. Collaboration scientifique Ce sujet se prête particulièrement bien à une collaboration entre plusieurs domaines : • Intelligence artificielle et Machine Learning • Télécommunications et communications optiques • Traitement du signal • Systèmes embarqués et IoT • Photonique et optoélectronique • Réseaux sans fil • Smart buildings et environnements intelligents La collaboration pourrait porter sur la conception du système optique, le développement des algorithmes d'IA, la réalisation du prototype, les expérimentations conjointes, les échanges de chercheurs et doctorants, ainsi que la préparation de publications et projets internationaux communs. Résultat attendu La thèse devrait aboutir à une plateforme intelligente de positionnement et de communication indoor basée sur LED, capable d'exploiter une même infrastructure lumineuse pour fournir simultanément éclairage, localisation précise et transmission de données, avec une adaptation automatique aux conditions de visibilité et aux variations de l'environnement.	
--	---	--

	Titre Enregistrement intelligent 2D–3D et fusion multimodale des données préopératoires et endoscopiques pour l’assistance aux interventions mini-invasives Problématique La chirurgie mini-invasive (MIS) permet de réduire les traumatismes opératoires, les douleurs postopératoires, la durée d’hospitalisation et certains risques associés à la chirurgie conventionnelle. Cependant, la réduction du champ de vision et la perte de certaines informations spatiales et tactiles imposent au chirurgien une interprétation plus complexe des images endoscopiques et une formation importante. Les données préopératoires 3D, telles que les scanners ou IRM, contiennent pourtant des informations anatomiques précieuses qui ne sont généralement pas directement visibles dans les images endoscopiques 2D. La problématique centrale consiste donc à développer des méthodes robustes d'enregistrement et de fusion 2D–3D permettant de projeter les structures anatomiques et les informations issues de la planification préopératoire directement dans les images endoscopiques, idéalement en temps réel. Objectif général Développer une plateforme intelligente d’enregistrement, de fusion et de visualisation 2D–3D en temps réel, permettant d’intégrer les données anatomiques préopératoires 3D dans les images endoscopiques 2D afin d’améliorer la planification, la navigation et la précision des interventions mini-invasives.	Pr. Qjidaa / Benfares Anas

Objectifs spécifiques

- Développer des méthodes d'enregistrement entre les volumes anatomiques 3D préopératoires et les images 2D peropératoires.
- Identifier automatiquement les structures anatomiques pertinentes dans les images endoscopiques.
- Estimer la position et l'orientation de la caméra endoscopique.
- Développer des méthodes de recalage rigide, affine et éventuellement déformable.
- Exploiter l'intelligence artificielle et le Deep Learning pour améliorer l'enregistrement 2D–3D.
- Prendre en compte les déformations anatomiques et les mouvements des organes.
- Développer une méthode de fusion permettant de superposer les informations 3D sur les images endoscopiques.
- Assurer une visualisation avec une latence compatible avec l'utilisation peropératoire.
- Évaluer la précision et la robustesse de la méthode dans différents scénarios chirurgicaux.
- Développer un démonstrateur d'assistance à la chirurgie mini-invasive.

Collaboration scientifique

Ce sujet est particulièrement adapté à une collaboration multidisciplinaire entre :

- Intelligence artificielle et Deep Learning
- Computer Vision
- Traitement et analyse d'images médicales
- Réalité augmentée
- Robotique médicale
- Chirurgie mini-invasive
- Imagerie médicale 3D

	• Systèmes embarqués et temps réel Une collaboration avec des services de chirurgie permettrait notamment de définir les scénarios cliniques prioritaires, d'identifier les structures anatomiques importantes et de réaliser une validation auprès des utilisateurs finaux. Résultats attendus La thèse devrait aboutir à un système intelligent de navigation chirurgicale 2D–3D permettant de projeter en temps réel les informations anatomiques issues des examens préopératoires dans les images endoscopiques. Le système devra améliorer la compréhension spatiale du chirurgien, faciliter la planification des interventions complexes et fournir une assistance visuelle sans modifier significativement le déroulement de l'intervention.	
	Titre Réalité augmentée intelligente et recalage multimodal en temps réel pour l'assistance aux interventions chirurgicales mini-invasives Problématique La chirurgie mini-invasive (MIS) permet de réduire les traumatismes chirurgicaux, les douleurs postopératoires et les durées d'hospitalisation. Cependant, elle limite la perception spatiale du chirurgien et réduit l'accès direct aux informations anatomiques tridimensionnelles. Les examens préopératoires, notamment le scanner et l'IRM, fournissent des modèles 3D détaillés	Pr. Qjidaa / Benfares Anas

des organes et des lésions, mais ces informations sont rarement intégrées directement dans le champ de vision peropératoire.

La réalité augmentée constitue une solution prometteuse permettant de superposer les informations anatomiques préopératoires aux images peropératoires. Toutefois, la réalisation d'un tel système nécessite de résoudre plusieurs difficultés : recalage 3D–3D et 3D–2D, mouvements des organes, déformations tissulaires, changements de point de vue, occultations et contraintes de temps réel.

La thèse vise donc à développer une plateforme de réalité augmentée chirurgicale intelligente, adaptable à différents organes et pathologies, notamment le foie, l'utérus et le rein.

Objectif général

Développer des méthodes et des prototypes de réalité augmentée chirurgicale en temps réel permettant d'intégrer les informations anatomiques et pathologiques issues des données préopératoires dans l'environnement de chirurgie mini-invasive.

Objectifs spécifiques

- **Développer des modèles anatomiques 3D à partir des données préopératoires.**
- **Développer des méthodes robustes de recalage 3D–3D entre différents volumes ou modèles anatomiques.**
- **Développer des méthodes de recalage 3D–2D entre les modèles préopératoires et les images laparoscopiques/endoscopiques.**
- **Prendre en compte les mouvements et les déformations des organes.**
- **Développer des méthodes d'intelligence artificielle pour améliorer le recalage et le suivi anatomique.**

- Concevoir une architecture compatible avec le workflow réel de la chirurgie mini-invasive.
- Assurer une exécution en temps réel ou quasi temps réel.
- Développer des prototypes adaptés à plusieurs organes et pathologies.
- Évaluer la précision, la robustesse et la stabilité de la superposition des informations anatomiques

Collaboration scientifique

Le sujet offre un fort potentiel de collaboration entre :

- Intelligence artificielle
- Computer Vision
- Imagerie médicale
- Réalité augmentée
- Robotique médicale
- Traitement d'images 3D
- Chirurgie mini-invasive
- Systèmes temps réel

La collaboration pourra prendre la forme de séjours scientifiques, échanges de doctorants, développement de prototypes communs, projets internationaux, publications conjointes et éventuellement transfert technologique vers des applications cliniques.

Résultat attendu

La thèse devrait aboutir à une plateforme intelligente de réalité augmentée chirurgicale, capable de transformer les données préopératoires 3D en informations directement exploitables pendant une intervention mini-invasive. Le système devra permettre un recalage 3D-3D et 3D-

	2D robuste, adaptatif et rapide, puis superposer les structures anatomiques et pathologiques pertinentes sur les images peropératoires afin d'améliorer la navigation et la prise de décision du chirurgien	
	Titre Intelligence artificielle pour l'analyse des signaux biomédicaux et l'évaluation personnalisée de l'état des patients en conditions cliniques réelles Problématique L'évaluation de l'état de santé des patients repose de plus en plus sur l'exploitation de signaux biomédicaux tels que l'électrocardiogramme (ECG), la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la saturation en oxygène et d'autres paramètres physiologiques. Toutefois, l'analyse de ces signaux reste souvent dépendante de l'expertise clinique et peut être limitée par la variabilité interindividuelle, le bruit, les artefacts et le manque de bases de données suffisamment représentatives. Les progrès récents de l'intelligence artificielle, notamment du Deep Learning, offrent la possibilité de développer des outils capables d'extraire automatiquement des informations diagnostiques et pronostiques à partir de signaux biomédicaux. Cependant, le passage d'un modèle développé sur une base de données expérimentale à une solution utilisable dans des conditions cliniques réelles demeure un défi majeur.	Pr. Qjidaa / Pr. Boukil / Pr. Halkhams

La thèse vise ainsi à développer une chaîne complète allant de la curation des données biomédicales à la conception, validation et au déploiement de modèles d'IA robustes, répondant à des problématiques cliniques concrètes.

Objectif général

Développer des outils intelligents basés sur l'analyse des signaux ECG et autres signaux biomédicaux pour l'évaluation automatique, personnalisée et fiable de l'état des patients, avec une validation et un déploiement dans des conditions cliniques réelles.

Objectifs spécifiques

- **Constituer et structurer des bases de données de signaux biomédicaux.**
- **Développer des protocoles de curation, nettoyage, annotation et harmonisation des données.**
- **Identifier des biomarqueurs numériques pertinents à partir des signaux ECG.**
- **Développer des méthodes de traitement automatique des signaux biomédicaux.**
- **Concevoir des modèles de Machine Learning et Deep Learning adaptés à différentes pathologies.**
- **Développer des modèles robustes aux bruits et aux variations interindividuelles.**
- **Étudier les approches de Deep Learning 1D, 2D et éventuellement multimodales.**
- **Développer des systèmes d'aide à la décision clinique.**
- **Évaluer la généralisabilité des modèles sur des données provenant de différents patients et centres.**
- **Déployer les modèles dans des environnements proches des conditions cliniques réelles**
- **Court terme – Année 1**
- **État de l'art sur l'analyse intelligente des signaux biomédicaux.**
- **Identification des principales problématiques cliniques.**
- **Définition des pathologies cibles.**

	• Collecte et curation des données ECG. • Développement des procédures de prétraitement. • Annotation des signaux avec des experts. • Développement des premiers modèles Machine Learning/Deep Learning. • Premiers échanges scientifiques et publications. • Moyen terme – Année 2 • Développement de modèles Deep Learning avancés. • Comparaison des architectures CNN, LSTM, Transformers et hybrides. • Optimisation des modèles. • Développement de modèles spécifiques aux pathologies. • Intégration de méthodes d'IA explicable. • Validation sur des données indépendantes. • Développement de premiers prototypes. • Projets de recherche collaboratifs et publications internationales. • Long terme – Année 3 • Validation externe et clinique. • Test des modèles dans des conditions réelles. • Optimisation pour le déploiement Edge/embarqué. • Développement d'un système d'aide à la décision clinique. • Évaluation de la robustesse et de la généralisabilité. • Validation avec les utilisateurs médicaux. • Démonstrateur final. • Publications scientifiques, valorisation et éventuellement transfert technologique. • Collaboration scientifique • Ce sujet nécessite une collaboration multidisciplinaire entre : • Intelligence artificielle et Deep Learning • Traitement du signal • Génie biomédical • Cardiologie	
--	--	--

- **Médecine clinique**
- **Informatique médicale**
- **Data Science**
- **Systèmes embarqués et Edge AI**
- **La collaboration avec les établissements hospitaliers sera particulièrement importante pour la constitution des bases de données, l'annotation des signaux, l'identification des besoins cliniques et la validation des prototypes.**
- **Résultats attendus**
- **La thèse devrait aboutir à une chaîne intelligente complète d'analyse des signaux biomédicaux, allant de la collecte et de la curation des données jusqu'au déploiement clinique d'outils d'IA. Les modèles développés devront permettre une détection automatique, robuste et explicable de pathologies à partir de l'ECG, tout en étant suffisamment performants et efficaces pour fonctionner dans des conditions proches de la pratique clinique réelle.**

Court terme – Année 1

- État de l'art sur l'analyse intelligente des signaux biomédicaux.
- Identification des principales problématiques cliniques.
- Définition des pathologies cibles.
- Collecte et curation des données ECG.
- Développement des procédures de prétraitement.
- Annotation des signaux avec des experts.
- Développement des premiers modèles Machine Learning/Deep Learning.
- Premiers échanges scientifiques et publications.

Moyen terme – Année 2

- Développement de modèles Deep Learning avancés.

- Comparaison des architectures CNN, LSTM, Transformers et hybrides.
- Optimisation des modèles.
- Développement de modèles spécifiques aux pathologies.
- Intégration de méthodes d'IA explicable.
- Validation sur des données indépendantes.
- Développement de premiers prototypes.
- Projets de recherche collaboratifs et publications internationales.

Long terme – Année 3

- Validation externe et clinique.
- Test des modèles dans des conditions réelles.
- Optimisation pour le déploiement Edge/embarqué.
- Développement d'un système d'aide à la décision clinique.
- Évaluation de la robustesse et de la généralisabilité.
- Validation avec les utilisateurs médicaux.
- Démonstrateur final.
- Publications scientifiques, valorisation et éventuellement transfert technologique.

Collaboration scientifique

Ce sujet nécessite une collaboration multidisciplinaire entre :

- **Intelligence artificielle et Deep Learning**
- **Traitement du signal**
- **Génie biomédical**
- **Cardiologie**
- **Médecine clinique**
- **Informatique médicale**

	• Data Science • Systèmes embarqués et Edge AI La collaboration avec les établissements hospitaliers sera particulièrement importante pour la constitution des bases de données, l'annotation des signaux, l'identification des besoins cliniques et la validation des prototypes. Résultats attendus La thèse devrait aboutir à une chaîne intelligente complète d'analyse des signaux biomédicaux, allant de la collecte et de la curation des données jusqu'au déploiement clinique d'outils d'IA. Les modèles développés devront permettre une détection automatique, robuste et explicable de pathologies à partir de l'ECG, tout en étant suffisamment performants et efficaces pour fonctionner dans des conditions proches de la pratique clinique réelle.	
	Titre Conception et déploiement de modèles d'intelligence artificielle pour l'aide à la décision clinique à partir de données médicales réelles Problématique L'intégration de l'intelligence artificielle dans le domaine médical offre de nouvelles possibilités pour améliorer le diagnostic, la prédiction, le suivi des patients et la personnalisation des stratégies thérapeutiques. Cependant, le développement d'une solution d'IA réellement utilisable en milieu clinique ne se limite pas à la conception d'un modèle performant. Il nécessite	

également l'acquisition de données cliniques représentatives, leur curation et leur annotation, la définition précise du problème médical, ainsi que la validation expérimentale du système dans des conditions proches de la pratique réelle.

La principale difficulté réside donc dans la conception d'une chaîne complète allant de la problématique clinique jusqu'au déploiement et à la validation d'un système intelligent, tout en garantissant sa robustesse, sa fiabilité, son interprétabilité et sa capacité de généralisation.

Objectif général

Développer et valider des modèles d'intelligence artificielle adaptés à des problématiques cliniques réelles, depuis l'acquisition et la structuration des données médicales jusqu'au déploiement d'un prototype d'aide à la décision dans un environnement clinique.

Objectifs spécifiques

- Identifier des problématiques cliniques pouvant bénéficier de l'IA.
- Définir précisément les objectifs diagnostiques, pronostiques ou prédictifs.
- Acquérir et structurer des données cliniques réelles.
- Développer une base de données médicale fiable et correctement annotée.
- Concevoir des modèles de Machine Learning et Deep Learning adaptés au problème étudié.
- Comparer différentes architectures et stratégies d'apprentissage.
- Développer des modèles robustes et généralisables.
- Intégrer des mécanismes d'explicabilité et d'estimation de l'incertitude.
- Concevoir un prototype de solution clinique.
- Valider expérimentalement le système dans des conditions proches de la pratique médicale.

	Planning prévisionnel Court terme – Année 1 • Définition du problème clinique. • État de l'art scientifique et clinique. • Identification des données nécessaires. • Conception du diagramme fonctionnel global du système. • Mise en place du protocole d'acquisition. • Constitution et curation de la base de données. • Définition des critères d'annotation. • Développement des premiers modèles. • Premiers prototypes expérimentaux. Moyen terme – Année 2 • Optimisation des modèles d'IA. • Comparaison des différentes architectures. • Validation sur des données indépendantes. • Intégration de méthodes d'IA explicable. • Développement de l'environnement expérimental. • Déploiement du modèle dans un prototype. • Premiers tests dans des conditions cliniques. • Développement de projets de recherche conjoints. • Publications scientifiques internationales. Long terme – Année 3 • Validation expérimentale approfondie.	
--	---	--

- **Évaluation avec les utilisateurs cliniques.**
- **Analyse de la robustesse et de la généralisabilité.**
- **Optimisation du système pour son utilisation réelle.**
- **Développement du démonstrateur final.**
- **Comparaison avec les pratiques conventionnelles.**
- **Valorisation scientifique et technologique.**
- **Publications internationales et éventuellement transfert vers le milieu clinique.**

Collaboration scientifique

Le sujet se prête à une collaboration étroite entre :

- **Intelligence artificielle**
- **Data Science**
- **Génie biomédical**
- **Traitement d'images et du signal**
- **Informatique médicale**
- **Médecine clinique**
- **Systèmes embarqués et Edge AI**

Les collaborations avec les hôpitaux et centres de soins seront essentielles pour l'acquisition des données, leur annotation, la définition des problématiques cliniques et la validation expérimentale.

Résultats attendus

La thèse devrait aboutir à une méthodologie complète de conception et de déploiement de solutions d'IA clinique, depuis la définition d'un problème médical réel jusqu'à la validation d'un prototype dans un environnement expérimental représentatif. Le résultat final devra être

	un système capable de fournir une aide fiable, explicable et opérationnelle à la décision clinique, fondée sur des données médicales réelles.	
--	--	--

Sciences Juridiques, Economique, Sociales et de Gestion (SJESG)

Numéro	Sujet	Encadrant
SJESG01	Tire : Prédiction des chocs macroéconomiques au Maroc à l'aide des techniques de Machine Learning Objectifs : 1. Identifier les principaux indicateurs macroéconomiques susceptibles de signaler l'apparition de chocs économiques au Maroc. 2. Construire une base de données macroéconomiques nationales et internationales couvrant différentes périodes de crise. 3. Comparer plusieurs algorithmes de Machine Learning pour prévoir les chocs macroéconomiques. 4. Évaluer la précision, la robustesse et la capacité prédictive des modèles. 5. Identifier les variables les plus déterminantes dans la prédiction des chocs. Plan de travail : 6. Revue de littérature sur les chocs macroéconomiques et les méthodes de prédiction basées sur l'IA. 7. Collecte, nettoyage, transformation et sélection des données. 8. Développement et entraînement de modèles ML et comparaison avec les méthodes économétriques classiques. 9. Validation des modèles et analyse de leur interprétabilité. 10. Élaboration d'un modèle de prédiction adapté au contexte marocain et formulation de recommandations pour les décideurs.	Pr. Benomar Ikrame
SJESG02	Titre : Transformation numérique et résilience du système financier marocain face aux chocs économiques Objectifs : 1. Analyser l'évolution de la transformation numérique du système financier marocain. 2. Identifier les technologies numériques contribuant à la résilience des institutions financières.	

	- Étudier l'impact de la digitalisation sur la capacité du système financier à absorber les chocs économiques. - Mesurer les effets de la transformation numérique sur la stabilité, l'efficacité et la continuité des services financiers. - Identifier les facteurs favorisant ou limitant la résilience numérique du secteur financier marocain. Plan de travail : - Revue de littérature sur la transformation numérique, la résilience financière et les crises économiques. - Élaboration d'indicateurs de digitalisation et de résilience financière. - Collecte et analyse de données relatives aux banques et autres institutions financières marocaines. - Évaluation économétrique et/ou par Machine Learning de l'effet de la digitalisation sur la résilience face aux chocs. - Formulation de recommandations pour renforcer la transformation numérique et la résilience du système financier marocain.	
SJESG03	Titre : Innovation financière et stabilité bancaire au Maroc : interactions entre FinTech et système bancaire traditionnel Objectifs : - Analyser le développement de la FinTech et de l'innovation financière au Maroc. - Étudier les interactions entre les entreprises FinTech et les banques traditionnelles. - Évaluer l'impact de l'innovation financière sur la performance et la stabilité bancaire. - Identifier les opportunités et les risques liés à l'intégration des technologies financières. - Déterminer les conditions permettant de favoriser l'innovation tout en préservant la stabilité du système bancaire. Plan de travail : - Revue de littérature sur la FinTech, l'innovation financière et la stabilité bancaire. - Cartographie de l'écosystème FinTech marocain et analyse de son évolution. - Collecte de données sur les banques, FinTech, indicateurs financiers et environnement réglementaire.	

	9. Analyse empirique des interactions FinTech–banques et de leurs effets sur la stabilité bancaire. 10. Proposition d'un cadre d'analyse et de recommandations réglementaires pour accompagner l'innovation financière au Maroc.	
SJESG04	Titre : RSE et innovation dans les groupes multinationaux : vers un nouveau modèle de gouvernance des maisons mères et filiales Dans un contexte marqué par l'internationalisation des activités économiques, le renforcement des normes de responsabilité sociale des entreprises (RSE) et l'essor des innovations organisationnelles, technologiques et environnementales, les groupes multinationaux sont confrontés à la nécessité d'assurer une cohérence entre les engagements de leurs maisons mères et les pratiques de leurs filiales implantées dans des environnements juridiques, économiques et sociaux différents. Dès lors, la problématique centrale consiste à déterminer dans quelle mesure l'innovation peut contribuer à renouveler la gouvernance de la RSE au sein des groupes multinationaux et à renforcer l'articulation entre les engagements des maisons mères et les pratiques des filiales. Objectifs scientifiques 1. Analyser l'évolution des normes et référentiels internationaux encadrant la RSE des groupes multinationaux et leur influence sur les relations entre maisons mères et filiales. 2. Étudier comparativement les politiques et pratiques de RSE mises en œuvre par les maisons mères et leurs filiales, en identifiant les mécanismes de transmission, d'adaptation et d'harmonisation des engagements sociaux et environnementaux. 3. Évaluer le rôle de l'innovation — notamment organisationnelle, technologique, environnementale et managériale — dans la transformation des pratiques de RSE et de la gouvernance des groupes multinationaux. 4. Proposer un modèle renouvelé de gouvernance de la RSE permettant de concilier la cohérence des engagements du groupe avec l'adaptation des filiales aux spécificités de leurs contextes locaux. Méthodologie	Pr. Larbi

	· Phase 1 : Revue de la littérature scientifique et analyse du cadre normatif international relatif à la RSE, à l'innovation et à la gouvernance des groupes multinationaux. · Phase 2 : Élaboration d'un cadre théorique et conceptuel permettant d'analyser les relations entre maisons mères et filiales ainsi que les mécanismes de diffusion et d'adaptation des politiques de RSE. · Phase 3 : Étude comparative de groupes multinationaux et de leurs filiales, à partir d'une approche qualitative et/ou quantitative mobilisant notamment l'analyse documentaire, les rapports RSE/ESG, les données publiques et, lorsque possible, des entretiens semi-directifs auprès des parties prenantes concernées. · Phase 4 : Analyse des résultats, identification des limites des modèles existants et élaboration d'un modèle innovant de gouvernance de la RSE conciliant standardisation au niveau de la maison mère et adaptation au niveau des filiales.	
SJESG05	Titre : L'audit interne face aux enjeux du développement durable : vers un modèle intégré de gouvernance et de performance des entreprises marocaines Dans un contexte marqué par l'intégration croissante des enjeux environnementaux, sociaux et de gouvernance dans les stratégies des entreprises, la fonction d'audit interne connaît une évolution de son rôle traditionnel de contrôle et d'assurance vers une fonction davantage orientée vers la gestion des risques, la gouvernance et la création de valeur. Les exigences croissantes en matière de durabilité renforcent ainsi la nécessité d'intégrer les risques et objectifs liés au développement durable dans les dispositifs de contrôle et d'audit internes. Dès lors, la problématique centrale consiste à déterminer dans quelle mesure l'évolution de l'audit interne peut contribuer à l'intégration effective du développement durable dans les entreprises marocaines et à l'amélioration de leur gouvernance et de leur performance, et dans quelles conditions un modèle intégré d'audit interne et de développement durable pourrait être construit. Objectifs scientifiques 1. Analyser l'évolution du rôle et des missions de l'audit interne face aux nouveaux enjeux liés au développement durable et aux critères environnementaux, sociaux et de gouvernance.	Pr. Larbi

2. Identifier les mécanismes par lesquels l'audit interne contribue à l'intégration des pratiques de développement durable, notamment à travers la gestion des risques, le contrôle interne, la conformité et l'évaluation de la performance.
3. Évaluer empiriquement l'impact de l'intégration des enjeux de développement durable dans les pratiques d'audit interne sur la gouvernance et la performance des entreprises marocaines.
4. Proposer un modèle intégré permettant d'articuler l'audit interne, le développement durable, la gouvernance et la performance des entreprises marocaines.

Méthodologie

- **Phase 1 : Revue de littérature et cadre conceptuel**
 - Revue de la littérature scientifique sur l'audit interne, le développement durable, l'ESG, la gouvernance et la performance.
 - Analyse des référentiels professionnels et normes pertinents.
 - Identification des principales évolutions du rôle de l'audit interne face aux enjeux de durabilité.
 - Construction du cadre théorique et conceptuel de la recherche.
- **Phase 2 : Construction du modèle de recherche**
 - Identification des variables et dimensions de l'audit interne liées au développement durable.
 - Définition des indicateurs de gouvernance et de performance durable.
 - Formulation des hypothèses de recherche.
 - Construction d'un modèle conceptuel reliant audit interne → intégration du développement durable → gouvernance → performance.
- **Phase 3 : Étude empirique**
 - Élaboration d'un questionnaire destiné aux responsables de l'audit interne, du contrôle interne, des risques, de la RSE/ESG et aux dirigeants d'entreprises marocaines.

	• Réalisation d'entretiens semi-directifs auprès des acteurs concernés. • Collecte et analyse des données quantitatives et qualitatives. • Analyse statistique et, selon la qualité des données recueillies, recours à une modélisation par équations structurelles. • Phase 4 : Analyse, validation et proposition du modèle • Analyse et discussion des résultats. • Vérification des hypothèses de recherche. • Identification des limites des dispositifs actuels d'audit interne face aux enjeux de développement durable. • Proposition et validation d'un modèle intégré d'audit interne, de gouvernance et de performance durable adapté au contexte marocain.	
SJESG06	Titre : Effet de l'utilisation de l'intelligence artificielle dans les pratiques de gestion des ressources humaines sur l'engagement organisationnel des salariés : le rôle médiateur de la confiance organisationnelle <u>Problématique</u> L'intelligence artificielle transforme progressivement les pratiques de gestion des ressources humaines, notamment dans les domaines du recrutement, de l'évaluation de la performance, de la formation, de la gestion des carrières et de l'analyse des données relatives aux salariés. Si ces technologies peuvent améliorer l'efficacité et la qualité des processus RH, leur utilisation soulève également des interrogations concernant la perception des salariés, la transparence des décisions, l'autonomie et la confiance envers l'organisation. Dans ce contexte, une question centrale se pose : dans quelle mesure l'utilisation de l'intelligence artificielle dans les pratiques de gestion des ressources humaines influence-t-elle l'engagement organisationnel des salariés ? Plus particulièrement, cette recherche cherchera à déterminer si la confiance organisationnelle constitue un mécanisme explicatif de cette relation. Autrement dit, l'utilisation de l'IA dans les pratiques RH favorise-t-elle	Pr. Lahlou Kassi

	l'engagement des salariés lorsqu'elle contribue à renforcer leur confiance envers l'organisation, ou peut-elle au contraire fragiliser cette confiance et, par conséquent, leur engagement ? <u>Objectifs scientifiques</u> 1. Analyser l'intégration et les modalités d'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) dans les pratiques de gestion des ressources humaines au sein des organisations marocaines. 2. Identifier les perceptions des salariés à l'égard de l'utilisation de l'IA dans les pratiques RH, notamment en matière de transparence, d'équité et de confiance. 3. Examiner l'effet de l'utilisation de l'IA dans les pratiques RH sur l'engagement organisationnel des salariés. 4. Analyser l'effet de l'utilisation de l'IA dans les pratiques RH sur la confiance organisationnelle. 5. Examiner l'effet de la confiance organisationnelle sur l'engagement organisationnel des salariés. 6. Tester le rôle médiateur de la confiance organisationnelle dans la relation entre l'utilisation de l'IA dans les pratiques RH et l'engagement organisationnel. 7. Proposer un modèle conceptuel permettant de mieux comprendre les conditions dans lesquelles l'intégration de l'IA dans les pratiques RH peut renforcer ou, au contraire, fragiliser l'engagement des salariés. <u>Méthodologie</u> • Phase 1 : Revue de littérature et construction du cadre conceptuel • Phase 2 : Étude qualitative exploratoire • Phase 3 : Étude quantitative Phase 4 : Discussion, validation et formulation des implications	
SJESG07	<u>Titre :</u> La transition vers l'Économie Circulaire dans les PME : Modèles d'affaires régénératifs et leviers de performance financière <u>Problématique</u> . Comment les PME peuvent-elles réinventer leur business model linéaire (fabriquer-jeter) vers une boucle fermée sans compromettre leur rentabilité économique ?	Pr. Filali Ghita

	. Quels sont les freins financiers et organisationnels spécifiques à l'adoption de l'économie circulaire dans les PME ? <u>Objectifs scientifiques</u> 8. Cartographier les typologies de business models circulaires appliqués aux PME. 9. Mesurer l'impact de l'adoption de circularité sur les indicateurs de performance financière et extra-financière. 10. Identifier les déterminants clés de la réussite de la transition circulaire. 11. Proposer un cadre décisionnel opérationnel d'accompagnement de la mutation des PME. <u>Méthodologie</u> • Phase 1 : Analyse théorique des modèles d'affaires circulaires et de la théorie des ressources. • Phase 2 : Études de cas multiples au sein de PME ayant amorcé une démarche de circularité. • Phase 3 : Enquête quantitative globale administrée auprès de dirigeants de PME. Phase 4 : Triangulation des données, élaboration de la grille d'évaluation et préconisations.	
SJESG08	<u>Titre : Décarbonation et résilience de la Supply Chain : Optimisation des flux et logistique inverse à l'ère des incertitudes globales</u> <u>Problématique</u> • Comment concilier les exigences de réduction de l'empreinte carbone (<i>Logistique Verte</i>) avec les impératifs de flexibilité et de réduction des coûts de la Supply Chain ? • Quel est le rôle des technologies émergentes (IoT, Blockchain) dans l'efficacité de la logistique retour (<i>Reverse Logistics</i>) ? <u>Objectifs scientifiques</u> 1. Identifier les goulots d'étranglement opérationnels liés à la décarbonation des flux logistiques. 2. Analyser l'apport de la traçabilité numérique sur l'optimisation de la logistique inverse. 3. Évaluer la résilience des chaînes d'approvisionnement relocalisées ou de proximité. 4. Concevoir un cadre d'évaluation de la performance écologique et logistique de la chaîne de valeur.	Pr. Filali Ghita

	Méthodologie • <i>Phase 1</i> : Analyse de la littérature en Green Supply Chain Management et logistique inverse. • <i>Phase 2</i> : Enquête terrain mixte auprès des acteurs de la chaîne logistique (transporteurs, logisticiens, industriels).	
SJESG09	<u>Titre</u> : Human Resource Management et travail hybride durable : Facteurs de rétention des talents et prévention du burnout à l'ère du numérique <u>Problématique</u> • Comment l'organisation hybride du travail (télétravail/présentiel) impacte-t-elle l'engagement, la santé mentale et le sentiment d'appartenance des collaborateurs ? • Quels styles de management permettent de maintenir la performance organisationnelle tout en prévenant l'épuisement professionnel ? <u>Objectifs scientifiques</u> 1. Identifier les déterminants du bien-être et de la performance dans un contexte de travail hybride. 2. Analyser l'évolution de la relation de confiance entre managers et collaborateurs distants. 3. Évaluer l'efficacité des politiques de QVT (Qualité de Vie au Travail) axées sur la durabilité humaine. 4. Proposer un cadre de gestion des RH favorisant un engagement durable des talents. <u>Méthodologie</u> • <i>Phase 1</i> : Revue des travaux théoriques sur le management à distance, la théorie de l'autodétermination et le bien-être au travail. • <i>Phase 2</i> : Étude qualitative basée sur des récits de vie et entretiens avec salariés et DRH. • <i>Phase 3</i> : Enquête quantitative par questionnaire auprès d'entreprises multisectorielles. • <i>Phase 4</i> : Analyse factorielle et régressions multiples, puis formulation d'un guide de bonnes pratiques RH.	Pr. Filali Ghita
SJESG10	<u>Titre</u> : Les écosystèmes entrepreneuriaux intelligents à l'ère de l'intelligence artificielle : construction d'un modèle de maturité adapté à la région Fès-Meknès (MAROC) <u>Problématique</u> Comment conceptualiser et mesurer la maturité d'un écosystème entrepreneurial intelligent, et quelles dimensions permettent de caractériser cette maturité dans le contexte spécifique de la région Fès-Meknès ?	

L'essor de l'intelligence artificielle et des technologies numériques transforme profondément les dynamiques entrepreneuriales, les modes de création de valeur et les interactions entre les différents acteurs des écosystèmes entrepreneuriaux. Les entrepreneurs et les entreprises ne constituent plus les seuls déterminants de la dynamique entrepreneuriale : les universités, centres de recherche, structures d'accompagnement, investisseurs, entreprises, institutions publiques et infrastructures technologiques participent également à la création et à la circulation des ressources, des connaissances et des opportunités.

Dans ce contexte, émerge la notion d'écosystème entrepreneurial intelligent, caractérisé par la capacité de ses acteurs à mobiliser les données, les technologies d'intelligence artificielle, les connaissances et les réseaux de collaboration afin de renforcer collectivement leurs capacités d'innovation, d'adaptation et de création de valeur.

Cependant, la littérature demeure émergente quant à la définition des caractéristiques d'un écosystème entrepreneurial véritablement « intelligent » et, surtout, quant aux outils permettant d'en évaluer le niveau de maturité. Les modèles existants de maturité numérique ou d'écosystèmes entrepreneuriaux ne prennent pas nécessairement en compte les spécificités liées à l'intelligence artificielle, à l'intelligence collective, au partage des connaissances et aux interactions entre les acteurs territoriaux.

Cette problématique est particulièrement pertinente dans la région Fès-Meknès, qui dispose d'un ensemble diversifié d'acteurs entrepreneuriaux, académiques, institutionnels et économiques, mais dont le niveau de maturité en matière d'intégration de l'intelligence artificielle au sein de l'écosystème reste à caractériser.

Objectifs scientifiques

12. **Définir et conceptualiser le concept d'écosystème entrepreneurial intelligent** en identifiant ses principales dimensions et ses caractéristiques distinctives par rapport aux écosystèmes entrepreneuriaux traditionnels et digitalisés.
13. **Identifier les déterminants et les dimensions constitutives de la maturité d'un écosystème entrepreneurial intelligent**, notamment en matière d'intelligence artificielle, de données, de compétences, d'innovation, de gouvernance, de collaboration et d'intelligence collective.

14. **Construire et valider un modèle de maturité des écosystèmes entrepreneuriaux intelligents adapté aux spécificités de la région Fès-Meknès**, permettant d'évaluer le niveau de transformation intelligente de son écosystème entrepreneurial.
15. **Élaborer un référentiel stratégique destiné aux acteurs de l'écosystème entrepreneurial régional**, permettant d'identifier les leviers prioritaires et les trajectoires de développement nécessaires à l'émergence d'un écosystème entrepreneurial intelligent à Fès-Meknès.

Méthodologie

1. Phase 1 : Revue de littérature et construction du cadre conceptuel

- Réalisation d'une revue systématique de la littérature portant sur les écosystèmes entrepreneuriaux, l'intelligence artificielle, les écosystèmes intelligents, la transformation numérique, l'intelligence collective et les modèles de maturité.
- Identification des modèles existants de maturité des écosystèmes et de transformation intelligente.
- Analyse comparative des dimensions retenues dans la littérature.
- Construction d'un cadre conceptuel préliminaire de l'écosystème entrepreneurial intelligent.
- Formulation des propositions/hypothèses de recherche.

2. Phase 2 : Exploration qualitative du contexte Fès-Meknès

- Cartographie des principaux acteurs de l'écosystème entrepreneurial régional.
- Réalisation d'entretiens semi-directifs auprès des principales catégories d'acteurs : entrepreneurs, startups/PME innovantes, universités, centres de recherche, incubateurs, accélérateurs, investisseurs, entreprises et institutions publiques.
- Identification des pratiques d'utilisation de l'IA, des mécanismes de collaboration, du partage des données et des connaissances ainsi que des compétences disponibles.
- Analyse des spécificités et contraintes propres à la région Fès-Meknès.
- Identification et opérationnalisation des dimensions du modèle de maturité.

	3. Phase 3 : Construction et validation quantitative du modèle de maturité • Élaboration d'un instrument de mesure à partir des résultats de la littérature et de l'étude qualitative. • Administration d'un questionnaire auprès des acteurs de l'écosystème entrepreneurial de Fès-Meknès. • Validation des échelles de mesure. • Analyses factorielles exploratoires et confirmatoires. • Validation du modèle de maturité et détermination des niveaux de maturité de l'écosystème. 4. Phase 4 : Élaboration du modèle territorial et du référentiel stratégique • Évaluation du niveau de maturité intelligente de l'écosystème entrepreneurial de Fès-Meknès. • Identification des forces, faiblesses, écarts et facteurs critiques de maturité. • Élaboration d'une typologie des niveaux de maturité. • Construction d'une trajectoire de transformation vers un écosystème entrepreneurial intelligent. • Proposition d'un référentiel stratégique destiné aux acteurs de la région Fès-Meknès.	
SJESG11	Titre : L'adaptabilité des normes d'audit interne aux établissements et entreprises publics au Maroc : une étude critique pour l'élaboration d'un référentiel d'audit interne conforme aux exigences de la gouvernance publique. Objectifs : 1. Analyser les normes et référentiels internationaux d'audit interne applicables aux organisations publiques. 2. Examiner le cadre réglementaire et institutionnel de l'audit interne au sein des établissements et entreprises publics marocains. 3. Évaluer le degré d'adaptation des pratiques actuelles d'audit interne aux spécificités du secteur public marocain. 4. Identifier les insuffisances, contraintes et écarts entre les pratiques nationales et les exigences des référentiels internationaux. 5. Proposer un référentiel d'audit interne adapté aux exigences de la gouvernance, de la transparence et de la performance publiques. Plan de travail : 6. Réaliser une revue de littérature sur l'audit interne, la gouvernance publique, le contrôle interne et les	Pr. Maghnouj

	référentiels internationaux. 7. Analyser le cadre juridique, réglementaire et institutionnel marocain régissant les établissements et entreprises publics. 8. Réaliser une étude empirique des pratiques d'audit interne auprès d'un échantillon d'établissements et entreprises publics marocains. 9. Comparer les pratiques observées avec les normes internationales et identifier les principaux écarts et besoins d'adaptation. 10. Concevoir, valider et proposer un référentiel marocain d'audit interne intégrant les exigences de gouvernance, de gestion des risques, de contrôle et d'évaluation de la performance publique.	
SJESG12	<u>Titre :</u> Conception d'un système de contrôle de gestion intelligent pour les universités privées. CAS UPF University <u>Problématique</u> Comment l'IA peut-elle être mobilisée pour concevoir un système de pilotage intégré (tableaux de bord prédictifs, alertes, simulation) répondant aux enjeux de performance et de compétitivité des universités privées <u>Objectif général</u> Concevoir un système de contrôle de gestion intelligent, fondé sur l'exploitation des données et l'aide à la décision, afin d'améliorer le pilotage stratégique et opérationnel des universités privées, avec l'UPF University comme terrain d'application. <u>Objectifs scientifiques</u> 1. Analyser les pratiques existantes de contrôle de gestion au sein de l'UPF University (processus, outils, acteurs) et identifier les limites des dispositifs actuels en matière de pertinence, de rapidité et de couverture des informations décisionnelles. 2. Définir un référentiel de performance multidimensionnel adapté à une université privée, couvrant les axes suivants : performance académique, financière, recherche et innovation, satisfaction des étudiants et des parties prenantes.	Pr. Debbagh

	<u>Méthodologie</u> <i>Phase 1</i> : 1. Positionnement épistémologique et stratégie de recherche <i>Phase 2</i> : Diagnostic et analyse de l'existant <i>Phase 3</i> : Conception du modèle conceptuel et du référentiel de performance <i>Phase 4</i> : Développement du prototype	
SJESG13	Titre : L'IA pour une analyse prédictive et une planification améliorée en contrôle de gestion. Secteur automobile Problématique : Comment les capacités prédictives de l'IA peuvent-elles révolutionner les processus de planification commerciale, de budgétisation et de prévision en contrôle de gestion ? Secteur automobile. Objectif général Intégrer l'intelligence artificielle au contrôle de gestion afin d'automatiser l'analyse prédictive et d'améliorer la fiabilité, la réactivité et la granularité des processus de planification budgétaire et stratégique. Objectifs spécifiques 1. Diagnostiquer les limites actuelles · Cartographier les processus de prévision et de planification existants (budgets, forecasts, plans glissement). 2. Concevoir des modèles prédictifs adaptés au contrôle de gestion	Pr. Debbagh

	· Sélectionner les inducteurs de performance (drivers) pertinents : volumes de vente, prix, taux de change, inflation sectorielle, saisonnalité, 3. Automatiser la génération de scénarios et de simulations 4. Améliorer l'aide à la décision · Fournir aux contrôleurs de gestion et aux directions opérationnelles des tableaux de bord dynamiques intégrant des signaux prédictifs (risque d'atterrissage, probabilité d'atteindre les objectifs). 5. Renforcer la gouvernance des données et l'adhésion des équipes Définir des règles strictes de qualité, de traçabilité et d'interopérabilité des données et des modèles (IA explicable). Méthodologie 1. Phase de cadrage et d'audit 2. Collecte, préparation et enrichissement des données 3. Modélisation et expérimentation 4. Prototypage de l'application de planification augmentée 5. Déploiement, conduite du changement et amélioration continue	
SJESG14	Réactivité et résilience de la chaîne logistique comme leviers de performance : vers un modèle intégré de gestion des perturbations et d'excellence opérationnelle. L'intelligence artificielle comme levier de transformation de l'excellence opérationnelle dans la Supply Chain : adoption, création de valeur et performance organisationnelle.	Pr. El hiri
SJESG15	L'intelligence artificielle comme levier de transformation de l'excellence opérationnelle dans la Supply Chain : adoption, création de valeur et performance organisationnelle.	Pr. El hiri
SJESG16	Titre : La confiance du contrôleur de gestion dans les systèmes de pilotage intégrant l'intelligence artificielle : déterminants et effets sur l'utilisation des recommandations algorithmiques	Pr. Mawouto

	Résumé : L'intégration croissante de l'intelligence artificielle dans les systèmes de pilotage transforme la manière dont les contrôleurs de gestion accèdent à l'information et prennent leurs décisions. Cette recherche vise à identifier les facteurs qui déterminent leur confiance dans les recommandations produites par l'IA, notamment leur fiabilité, leur transparence et leur explicabilité. Elle analysera également dans quelle mesure cette confiance influence l'utilisation effective de ces recommandations dans les activités de pilotage et d'aide à la décision.	
	Psychologie	
SJESG17	Titre : Efficacité d'un programme cognitivo-comportemental et émotionnel sur la réduction de la cyberdépendance et l'amélioration du sommeil chez des adolescents marocains Problématique 1- L'adaptation culturelle et linguistique du programme au contexte marocain ; 2- La pertinence de cibler l'intelligence émotionnelle comme médiateur du changement ; 3- La durabilité des effets obtenus ; 4- La possibilité de généraliser une telle approche dans les milieux scolaires ou de santé mentale au Maroc. Objectifs scientifiques : ☐ Concevoir et adapter un programme d'intervention cognitivo-comportemental et émotionnel ☐ Mesurer l'effet du programme sur la diminution des symptômes dépressifs	Pr. Alaoui

	□ Évaluer l'impact du programme sur le niveau d'intelligence émotionnelle (perception, compréhension, régulation et utilisation des émotions) et examiner le rôle médiateur de l'amélioration de l'IE dans la réduction des symptômes dépressifs. <u>Méthodologie</u> • Phase 1 : Conception et adaptation du programme • Phase 2 : Étude pilote (faisabilité et pré-test) • Phase 3 : Essai contrôlé principal (efficacité) • Phase 4 : Suivi longitudinal, analyse et diffusion	
SJESG18	<u>Titre :</u> Efficacité d'un programme cognitivo-comportemental et émotionnel basé sur le développement de l'intelligence émotionnelle dans la réduction des symptômes d'anxiété chez des adolescents marocains victimes de harcèlement scolaire <u>Problématique</u> 5- L'adaptation culturelle et linguistique du programme au contexte marocain ; 6- La pertinence de cibler l'intelligence émotionnelle comme médiateur du changement ;	Pr. Alaoui

	7- La durabilité des effets obtenus ; 8- La possibilité de généraliser une telle approche dans les milieux scolaires ou de santé mentale au Maroc. <u>Objectifs scientifiques :</u> • Concevoir et adapter un programme d'intervention cognitivo-comportemental et émotionnel • Mesurer l'effet du programme sur la diminution des symptômes dépressifs • Évaluer l'impact du programme sur le niveau d'intelligence émotionnelle (perception, compréhension, régulation et utilisation des émotions) et examiner le rôle médiateur de l'amélioration de l'IE dans la réduction des symptômes dépressifs. <u>Méthodologie</u> • <i>Phase 1</i> : Conception et adaptation du programme • <i>Phase 2</i> : Étude pilote (faisabilité et pré-test) • <i>Phase 3</i> : Essai contrôlé principal (efficacité) • <i>Phase 4</i> : Suivi longitudinal, analyse et diffusion	
SJESG19	Titre : Efficacité d'un programme cognitivo-comportemental et émotionnel basé sur le développement de l'intelligence émotionnelle pour diminuer les symptômes de la dépression chez les téléconseillers du centre d'appels	Pr. Alaoui

	<u>Problématique</u> 9- L'adaptation culturelle et linguistique du programme au contexte marocain ; 10- La pertinence de cibler l'intelligence émotionnelle comme médiateur du changement ; 11- La durabilité des effets obtenus ; 12- La possibilité de généraliser une telle approche dans les milieux scolaires ou de santé mentale au Maroc. <u>Objectifs scientifiques :</u> • Concevoir et adapter un programme d'intervention cognitivo-comportemental et émotionnel • Mesurer l'effet du programme sur la diminution des symptômes dépressifs • Évaluer l'impact du programme sur le niveau d'intelligence émotionnelle (perception, compréhension, régulation et utilisation des émotions) et examiner le rôle médiateur de l'amélioration de l'IE dans la réduction des symptômes dépressifs. <u>Méthodologie</u> • <i>Phase 1</i> : Conception et adaptation du programme • <i>Phase 2</i> : Étude pilote (faisabilité et pré-test) • <i>Phase 3</i> : Essai contrôlé principal (efficacité) • <i>Phase 4</i> : Suivi longitudinal, analyse et diffusion	
SJESG20	Le traumatisme psychique chez les femmes victimes de violences conjugales : approche clinique	Pr. RAYD Abdelkader

SJESG21	Le vécu psychologique des parents d'enfants présentant un trouble du spectre de l'autisme	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG22	La schizophrénie chez l'adulte : étude clinique et psychopathologique	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG23	Les fonctions exécutives chez les adultes présentant un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG24	La dysrégulation émotionnelle chez les patients présentant un trouble de la personnalité borderline : étude clinique	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG25	La résilience chez les survivants de traumatismes psychiques : facteurs cliniques associés	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG26	Les mécanismes de changement en thérapie cognitivo-comportementale dans le trouble d'anxiété sociale	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG27	La thérapie d'acceptation et d'engagement dans le trouble dépressif majeur : efficacité clinique et processus de changement	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG28	La flexibilité psychologique dans le trouble anxieux généralisé : apports de la thérapie d'acceptation et d'engagement	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG29	La régulation émotionnelle chez les adultes présentant une déficience intellectuelle légère	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG30	La dépression majeure chez les étudiants universitaires : facteurs de vulnérabilité et stratégies d'adaptation	Pr. RAYD Abdelkader
SJESG31	Le burn-out chez les professionnels de santé : facteurs prédictifs et stratégies de prévention	Pr. RAYD Abdelkader