



AU : 2025-2026

# PFE Book



Presented by:

“  
**Laboratory of  
Advanced Technology  
and Intelligent  
Systems**



Email

LATIS@eniso.u-sousse.tn



Phone

+216 73 369 500



Website

<https://latis-eniso.tn>

# Table of Content



**PFE  
1**

Développement d'une plateforme web de visualisation, d'annotation et de partage d'images médicales au format DICOM

**PFE  
2**

Développement d'une API Python pour la détection des microcalcifications dans les mammographies

**PFE  
3**

Conception d'un système portable basé sur des capteurs inertiels pour la détection de l'équin du pied

**PFE  
4**

Conception d'une plateforme logicielle d'un micro-réseau intelligent intégrant des émulateurs Éolien et PV

**PFE  
5**

Conception d'un jumeau numérique d'une cellule photovoltaïque pour une supervision intelligente



Phone

+216 73 369 500



Website

<https://latis-eniso.tn>

# Table of Content



**PFE  
6**

Développement d'un jumeau numérique appliqué à la supervision intelligente des systèmes éoliens

**PFE  
7**

BIOTYPE-AUTH :  
Système d'authentification biométrique comportementale basé sur l'analyse de la dynamique de frappe



Phone

+216 73 369 500



Website

<https://latis-eniso.tn>

# PFE 1

Durée : 4 mois

## Développement d'une plateforme web de visualisation, d'annotation et de partage d'images médicales au format DICOM



Contact :

karim.kalti@gmail.com

### Contexte et Problématique

Les systèmes d'imagerie médicale génèrent des images au format DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), un standard incontournable pour le stockage, la transmission et la description des données radiologiques. Cependant, l'accès et la consultation de ces images nécessitent souvent des logiciels spécialisés installés localement, ce qui limite la collaboration à distance entre les médecins et complique le partage d'informations dans les environnements distribués.

Avec l'évolution des technologies web et l'utilisation croissante des plateformes collaboratives dans le secteur médical, il devient primordial de développer des solutions en ligne permettant d'accéder aux images DICOM de manière sécurisée, fluide et interactive.

### Objectif Général

L'objectif principal de ce projet est de concevoir et développer une plateforme web de visualisation d'images médicales DICOM, permettant aux professionnels de la santé de consulter, manipuler, annoter et discuter autour des images, sans nécessiter d'installation locale d'un logiciel. Cette plateforme sera basée sur la bibliothèque `cornerstone.js`.

### Objectifs Spécifiques

#### 1. Visualisation des images DICOM

- Permettre l'importation et l'affichage des images médicales au format DICOM.
- Supporter la visualisation de séries d'images (stack viewer).
- Assurer un rendu conforme aux métadonnées et au fenêtrage DICOM (windowing : window level, window width).

#### 2. Outils de manipulation et d'annotation

La plateforme doit offrir un ensemble d'outils permettant une interaction naturelle avec les images :

- Zoom / dézoom.
- Déplacement (pan).
- Rotation et effet miroir.
- Ajustement du contraste et de la luminosité.
- Dessin de formes géométriques simples (rectangle, cercle, ligne).
- Annotation textuelle directement sur les images.
- Sélection et mesure (distance, angle si nécessaire).

#### 3. Module collaboratif de discussion

- Mettre en place un système de discussion lié à chaque image ou série d'images.
- Permettre des échanges entre médecins sous forme de commentaires.
- Associer chaque discussion à un historique daté.
- Définir et gérer des droits d'accès (lecture/écriture/modération) selon le rôle utilisateur.

# PFE 2

Durée : 4 mois

## Développement d'une API Python pour la détection des microcalcifications dans les mammographies



Contact :

karim.kalti@gmail.com

### Contexte et Problématique

Les microcalcifications sont des marqueurs radiologiques importants dans le dépistage précoce du cancer du sein. L'objectif est de développer une API Python intégrant des algorithmes de détection automatique de microcalcifications.

### Objectifs Spécifiques

- Chargement et prétraitement des images (DICOM, PNG, TIFF).
- Détection automatique via méthodes classiques ou deep learning.
- Production de sorties : carte binaire/probabilité, coordonnées, score de confiance.
- Visualisation optionnelle des détections.
- Endpoints API pour envoyer une image, lancer la détection, récupérer les résultats.

### Outils d'implémentation et framework

Python 3.x, FastAPI ou Flask, Bibliothèques : NumPy, OpenCV, scikit-image, PyTorch/TensorFlow

# PFE 3

Durée : 5 mois

## Conception d'un système portable basé sur des capteurs inertiels pour la détection de l'équin du pied



Contact :  
hanen.bettaieb@gmail.com

### Contexte et Problématique

La prise en charge actuelle de l'équin du pied chez les patients atteints de pathologies neurologiques repose essentiellement sur l'observation clinique visuelle du schéma de marche par les professionnels de santé. Bien que cette approche soit simple à mettre en œuvre, elle demeure subjective, peu reproductible et insuffisamment quantitative. L'absence d'outils portables permettant une mesure objective et continue des paramètres biomécaniques limite :

- La précision du diagnostic fonctionnel,
- Le suivi longitudinal de l'évolution du patient,
- La personnalisation et l'optimisation des protocoles de rééducation.

Les systèmes instrumentés existants, tels que les laboratoires d'analyse de la marche, offrent des mesures précises mais restent coûteux, encombrants et inadaptés à un usage quotidien, ce qui restreint leur utilisation en pratique clinique courante. Dans ce contexte, il existe un besoin crucial de solutions portables, objectives et intelligentes.

### Objectif Général

Le présent projet s'inscrit dans cette perspective en proposant un dispositif portable intelligent permettant l'analyse objective de la marche et l'optimisation de la

rééducation de l'équin du pied, en complément de l'observation clinique traditionnelle visant à :

- Mesurer en temps réel les paramètres cinématiques de la cheville à l'aide de capteurs inertiels IMU,
- Détecter automatiquement les anomalies du cycle de marche associées à l'équin du pied (décollement prématuré du talon, déficit de dorsiflexion),
- Comparer une approche algorithmique classique et une approche basée sur le Machine Learning,
- Fournir un biofeedback immédiat pour corriger le schéma de marche.

### Objectifs Spécifiques

#### 1. Recherche bibliographique :

Étude des mécanismes physiopathologiques de l'équin du pied et les paramètres biomécaniques de la marche, État de l'art sur l'utilisation des capteurs IMU pour l'analyse du mouvement et les systèmes de biofeedback en rééducation.

#### 2. Recherche et exploration de datasets publics existants pour l'entraînement des modèles ML :

Bases de données de marche avec IMU (UCI HAR Dataset, PAMAP2, OU-ISIR Wearable Sensor Dataset, datasets de réadaptation si disponibles), analyse de leur pertinence et compatibilité avec notre application.

#### 3. Développement du module d'acquisition IMU :

Interfaçage I2C avec le capteur, calibration, lecture des accélérations et vitesses

# PFE 3 (Suite)

## Conception d'un système portable basé sur des capteurs inertiels pour la détection de l'équin du pied



Contact :  
hanen.bettaieb@gmail.com

### Outils d'implémentation matériels et logiciels

angulaires, filtrage de base, système d'enregistrement des données brutes sur carte SD ou transmission vers PC.

#### 4. Développement d'une approche algorithmique classique :

(seuils adaptatifs,...), Évaluation des limites de cette approche en termes de robustesse et de généralisation.

#### 5. Développement et entraînement d'un modèle ML avec datasets publics :

prétraitement des données (Filtrage, normalisation, segmentation temporelle), extraction de features (moyennes glissantes, variance, pics, fréquence dominante, transformée de Fourier), entraînement d'un modèle ML, sélection du modèle optimal selon précision, complexité et temps de calcul.

#### 6. Collecte de données réelles pour validation :

acquisition de données de marche avec le prototype fonctionnel auprès de sujets sains (marche normale et simulation d'équin), constitution d'un dataset de test indépendant.

#### 7. Tests et validation finale du système :

évaluation de la précision du modèle sur les données réelles collectées, analyse de la matrice de confusion, ajustements et optimisations.

#### -Moyens matériels :

- Capteurs inertiels IMU 9 axes (ex. MPU-9250, BNO055),
- Microcontrôleur basse consommation (ESP32, STM32),
- Modules de communication (Bluetooth Low Energy, USB),

#### -Moyens logiciels

- Environnement de développement embarqué (Arduino IDE, PlatformIO, STM32CubeIDE),
- Logiciels de visualisation et d'analyse (MATLAB / Python),

# PFE 4

Durée : 4 mois

## Conception d'une plateforme logicielle d'un micro-réseau intelligent intégrant des émulateurs Éolien et PV



Contact :

[intissar.moussa.essoussi@gmail.com](mailto:intissar.moussa.essoussi@gmail.com)

### Contexte et Problématique

La transition énergétique s'appuie fortement sur l'intégration des énergies renouvelables telles que l'éolien et le PV dans des micro-réseaux intelligents. Avant d'introduire des algorithmes de gestion sur des plateformes réelles, il est essentiel de disposer de simulateurs logiciels intelligents permettant de tester, comparer et valider des stratégies de contrôle appropriées dans un environnement sûr et facilement configurable.

Dans la littérature, des émulateurs éolien et PV ont été développés sous l'environnement Matlab/Simulink, capables de reproduire des profils de production réalistes à partir des conditions climatiques réelles tel que le vent, l'irradiance et la température.

Le présent projet propose de pousser ces travaux antécédents de manière à :

- Transformer ces briques existantes en un simulateur logiciel de micro-réseau,
- Y intégrer un système de gestion d'énergie (Energy Management System, EMS, en anglo-saxonne) qui ne soit pas seulement heuristique, mais intelligent et prédictif, capable gérer l'évolution de la production et de la demande.

L'objectif n'est pas, donc, seulement de "brancher" des modèles éolien et PV, mais de créer une plate-forme de test pour des stratégies de gestion avancées, réutilisable pour de futurs projets complets intégrant le stockage d'énergie, l'IA ainsi que le couplage hardware-in-the-loop.

### Objectif Général

Conception et implémentation logicielle d'un simulateur de micro-réseau autour des émulateurs éolien et PV sous Matlab/Simulink, et y développer un EMS intelligent et prédictif permettant d'optimiser l'utilisation de l'énergie renouvelable et l'alimentation des charges dans différents types.

### Objectifs Spécifiques

1. Etudier et structurer la chaîne de simulation avancée du micro-réseau en s'appuyant sur les émulateurs éolien et PV existants (production, charges, source de secours),
2. Modéliser différentes parties de la chaîne sous Matlab/Simulink,
3. Implémenter un algorithme de gestion d'énergie "classique" (règles heuristiques, priorités fixes) qui servira de base à faire une étude comparative,
4. Concevoir et implémenter un EMS intelligent et prédictif exploitant un horizon temporel (profils futurs ou pseudo-prévisions de production et de demande),
5. Comparer et analyser les performances des deux approches (classique vs prédictive) avec des indicateurs pertinents (taux d'utilisation de l'énergie renouvelable, recours à la source de secours, satisfaction des charges critiques, robustesse aux variations des conditions climatiques).



# PFE 4 (suite)

## Conception d'une plateforme logicielle d'un micro-réseau intelligent intégrant des émulateurs Éolien et PV



Contact :

[intissar.moussa.essoussi@gmail.com](mailto:intissar.moussa.essoussi@gmail.com)

### Problématiques abordées

Le projet adresse plusieurs enjeux actuels des systèmes énergétiques intelligents :

- Conception d'un simulateur de micro-réseau à base d'émulateurs : Comment transformer des modèles éolien et PV indépendants en un simulateur cohérent de micro-réseau, modulaire et reconfigurable (scénarios, charges, mix énergétique) ?
- Gestion d'énergie multi-sources / multi-charges : Comment décider, à chaque instant, de la manière d'allouer la puissance produite par les sources renouvelables entre différentes charges, tout en respectant la criticité de certaines d'entre elles ?
- Approche prédictive vs gestion instantanée : En quoi l'exploitation d'informations futures (profils connus / pseudo-prévisions de vent, d'irradiance ou de charge) permet-elle à l'EMS d'améliorer la qualité des décisions par rapport à une simple gestion ?
- Évaluation de la performance d'un EMS : Quels indicateurs énergétiques et opérationnels utiliser pour évaluer la qualité d'une stratégie de gestion (taux d'énergie renouvelable utilisée, énergie non servie, appels à la source de secours, éventuellement coût ou "empreinte carbone" virtuelle) ?

### Outils envisagés

**Environnement principal :**

- Matlab/Simulink et/ou Python

**Toolboxes (selon disponibilité et niveau) :**

- Simscape / Simscape Power Systems (ou équivalent) pour la modélisation du micro-réseau.
- Model Predictive Control Toolbox ou équivalent si une approche de gestion prédictive de type optimisation sur horizon est envisagée.
- Statistics and Machine Learning Toolbox pour la génération et/ou la prévision simplifiée des profils (vent, irradiance, charges).

### Résultats attendus

1. Simulateur logiciel modulaire de micro-réseau, développé sous Matlab/Simulink,
2. Deux stratégies de gestion de l'énergie implémentées et comparées,
3. Campagnes de simulation structurées,
4. Analyse détaillée de performance.

### Livrables

- Rapport de PFE complet.
- Fichiers Matlab/Simulink du simulateur et des stratégies de gestion.

# PFE 5

Durée : 4 mois

## Conception d'un jumeau numérique d'une cellule photovoltaïque pour une supervision intelligente



Contact :

khedher\_atef@yahoo.fr

### Contexte et Problématique

Le jumeau numérique est une réplique virtuelle du système réel permettant de reproduire son comportement électrique et thermique à partir de modèles physiques et de données mesurées.

L'objectif est d'exploiter cette représentation numérique pour surveiller en temps réel les performances, détecter les anomalies et anticiper les pertes de rendement dues aux conditions environnementales, au vieillissement ou aux défauts de fonctionnement.

### Objectif Général

Ce projet s'inscrit dans le contexte des énergies renouvelables, de la numérisation des systèmes industriels et des systèmes intelligents de supervision. Il porte particulièrement sur la conception d'un jumeau numérique d'une cellule photovoltaïque destiné à une supervision intelligente.

### Objectifs Spécifiques

- Développer un jumeau numérique fiable d'une cellule photovoltaïque afin d'assurer une supervision intelligente et une meilleure compréhension de son fonctionnement.

- Modéliser le comportement électrique et thermique d'une cellule photovoltaïque.
- Intégrer des données réelles ou simulées pour alimenter le modèle numérique.
- Synchroniser le jumeau numérique avec l'état du système physique.
- Surveiller les performances (courbes I-V, puissance, rendement).
- Détecter les anomalies et les pertes de performance.
- Mettre en place une approche prédictive pour l'aide à la maintenance et à la décision.

### Résultats attendus

- Une étude bibliographique sur les cellules photovoltaïques, les jumeaux numériques et la supervision intelligente.
- La mise en place d'un environnement de simulation du jumeau numérique.
- L'acquisition et le traitement de données (réelles ou simulées).
- Le développement d'algorithmes de supervision (analyse, détection d'anomalies, prédiction).
- La validation du jumeau numérique par comparaison avec le système réel ou des données de référence.
- Simulation du jumeau numérique sous différents scénarios de défauts
- La présentation des résultats sous forme de tableaux de bord ou d'indicateurs de performance.

# PFE 6

Durée : 4 mois

## Développement d'un jumeau numérique appliqué à la supervision intelligente des systèmes éoliens



Contact :

khedher\_atef@yahoo.fr

### Contexte et Problématique

Le jumeau numérique est une réplique virtuelle du système réel permettant de reproduire son comportement électrique et thermique à partir de modèles physiques et de données mesurées.

L'éolienne étant soumise à des conditions de fonctionnement variables (vitesse du vent, turbulences, charges mécaniques), la supervision classique montre ses limites pour la détection précoce des défauts et l'optimisation des performances. Le jumeau numérique permet ainsi une surveillance en temps réel, une analyse approfondie de l'état de santé de l'éolienne et une anticipation des défaillances, contribuant à améliorer la fiabilité et la disponibilité du système

### Objectif Général

Ce projet s'inscrit dans le contexte des énergies renouvelables, de la numérisation des systèmes industriels et des systèmes intelligents de supervision. Il porte particulièrement sur la conception d'un jumeau numérique d'une éolienne destiné à une supervision intelligente de son fonctionnement.

### Objectifs Spécifiques

- Développer un jumeau numérique d'une éolienne afin d'assurer une supervision intelligente, fiable et prédictive de ses performances et de son état de fonctionnement.
- Modéliser le comportement aérodynamique, mécanique et électrique d'une éolienne.
- Intégrer des données issues de capteurs (ou simulées) dans le modèle numérique.
- Synchroniser le jumeau numérique avec le système réel.
- Surveiller la production énergétique et les paramètres critiques.
- Détecter les anomalies et les dégradations de performance.
- Prédire l'évolution de l'état de l'éolienne en vue d'une maintenance prédictive.
- Fournir des indicateurs d'aide à la décision pour l'exploitation.

### Résultats attendus

- Une étude bibliographique sur les systèmes éoliens, les jumeaux numériques et les techniques de supervision intelligente.
- La mise en place d'un environnement de simulation du jumeau numérique.
- L'acquisition et le traitement des données (vitesse du vent, puissance...)
- Le développement d'algorithmes de supervision.
- Simulation du jumeau numérique sous différents scénarios de défauts
- La validation du jumeau numérique par comparaison avec des données réelles ou de référence.
- La visualisation des résultats à travers des tableaux de bord et indicateurs de performance.

# PFE 7

Durée : 4 mois

## BIOTYPE-AUTH : Système d'authentification biométrique comportementale basé sur l'analyse de la dynamique de frappe



Contact :  
abirmhenni@gmail.com

### Contexte et Problématique

Le jumeau numérique est une réplique virtuelle du système réel permettant de reproduire son comportement électrique et thermique à partir de modèles physiques et de données mesurées.

L'éolienne étant soumise à des conditions de fonctionnement variables (vitesse du vent, turbulences, charges mécaniques), la supervision classique montre ses limites pour la détection précoce des défauts et l'optimisation des performances. Le jumeau numérique permet ainsi une surveillance en temps réel, une analyse approfondie de l'état de santé de l'éolienne et une anticipation des défaillances, contribuant à améliorer la fiabilité et la disponibilité du système

### Objectif Général

Concevoir et réaliser une plateforme (Web ou Mobile) capable d'identifier ou d'authentifier un utilisateur non pas par ce qu'il connaît (mot de passe), mais par sa manière de taper au clavier.

### Objectifs Spécifiques

Le projet se divise en trois grandes couches technologiques :

#### Module d'Acquisition (Front-end) :

- Capturer les événements clavier avec une précision à la milliseconde (ms).
- Temps de vol (Hold Time) : Durée pendant laquelle une touche reste enfoncée.
- Temps de latence (Flight Time) : Temps entre le relâchement d'une touche et la pression de la suivante.
- Etc, ...

#### Moteur d'Analyse (Back-end) :

Traitement des données brutes et extraction de caractéristiques (Features Engineering).

#### Modèle d'Intelligence Artificielle :

Entraînement d'un algorithme pour créer la "signature" unique de l'utilisateur.

### Résultats attendus

- Phase d'Enrôlement : L'utilisateur tape un texte de référence (fixe ou libre) plusieurs fois pour constituer la base de données d'apprentissage.
- Authentification Multi-Facteurs (2FA) : En plus du mot de passe classique, le système vérifie la cadence de frappe.
- Authentification Continue : (Niveau avancé) L'application surveille la frappe en arrière-plan et verrouille la session si le rythme change brusquement (suspicion d'usurpation). (Fonctionnalité optionnelle)
- Tableau de Bord : Visualisation des scores de similarité et des métriques de performance (taux de fausse acceptation FAR, taux de faux rejet FRR).

# PFE 7 (suite)

Durée : 4 mois

**BIOTYPE-AUTH :**  
Système d'authentification biométrique comportementale basé sur l'analyse de la dynamique de frappe



Contact :  
abirmhenni@gmail.com

## Stack Technologique Recommandée

Compoant	Technologies suggérées
Front-end	React.js ou Flutter (pour la précision des écouteurs d'événements onKeyDown / onKeyUp).
Back-end	Python (FastAPI ou Flask) pour faciliter l'intégration des bibliothèques de Data Science.
IA / ML	Scikit-learn (Random Forest, SVM) ou TensorFlow/PyTorch (réseaux de neurones RNN/LSTM pour les séquences temporelles).
Base de données	PostgreSQL ou MongoDB pour stocker les vecteurs de caractéristiques.

## Complexité et Valeur Ajoutée

Le candidat pourra approfondir les points suivants :

- Sécurité des données : Les données biométriques sont sensibles. Mise en œuvre du hachage des vecteurs de caractéristiques.
- Étude comparative : Tester plusieurs algorithmes pour trouver celui qui minimise l'EER (Equal Error Rate).



# Contact Us

## For Further Information

Let's talk! We're here to provide the insights you need.



**Phone**  
+216 73 369 500



**Location**  
ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS DE SOUSSE  
BP 264 SOUSSE ERRIADH 4023



**Website**  
<https://latis-eniso.tn>



**Email**  
[LATIS@eniso.u-sousse.tn](mailto:LATIS@eniso.u-sousse.tn)  
[asma.benrhouma@eniso.u-sousse.tn](mailto:asma.benrhouma@eniso.u-sousse.tn)

