



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Madame LOUBNA MAZGOUTI

Discipline : Sciences et Techniques d'Information et de Communication
Spécialité : Traitement de l'information et Systèmes intelligents

Sujet de la thèse

Intelligence artificielle pour la stabilisation de l'évolution de la glycémie des diabétiques de type 1

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physiques, Mathématiques et informatique"

Thèse présentée et soutenue **le samedi 11 juillet 2026 à 09h** au Centre des Conférences de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, devant le jury composé de :

NOM ET PRÉNOM	TITRE	ETABLISSEMENT	
FARID ABDI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
MOHAMED EL KAMILI	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Casablanca	Rapporteur
MOHAMMED BENBRAHIM	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Rapporteur
ALI EL ALAMI	MCH	Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia	Rapporteur
Younes BALBOUL	MCH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Examineur
JAOUHER BEN ALI	MCH	ENSIT Université de Tunis	Examineur
ZINEB EL AZIME	MC	Faculté de Médecine et de Pharmacie et Médecine Dentaire de Fès	Invitée
NAJIBA EL AMRANI EL IDRISSI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Signaux, Systèmes et Composants
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Résumé de la thèse

La gestion du diabète repose sur la capacité à surveiller et à anticiper les variations de la glycémie afin de prévenir les épisodes d'hypoglycémie et d'hyperglycémie. L'émergence des systèmes de Surveillance continue de la glycémie (CGM) permet aujourd'hui d'enregistrer en continu les valeurs glycémiques et de générer des séries temporelles détaillées décrivant l'évolution de la glycémie chez les patients. Ces données offrent de nouvelles perspectives pour le développement de modèles prédictifs capables d'anticiper les fluctuations glycémiques et d'assister les patients dans l'ajustement de leur traitement. Toutefois, la dynamique de la glycémie est caractérisée par une forte variabilité inter- et intra-individuelle ainsi que par des relations temporelles complexes et non linéaires, ce qui limite les performances des approches de prédiction traditionnelles.

Dans ce contexte, l'objectif principal de cette thèse est de développer des modèles prédictifs basés sur l'intelligence artificielle et l'apprentissage profond afin d'améliorer la précision et la fiabilité de la prédiction glycémique à court terme à partir des données CGM chez les patients atteints de diabète de type 1.

Les travaux menés dans ce cadre ont abouti à un rapport structuré comme suit :

Le premier chapitre présente les bases physiologiques de la régulation de la glycémie ainsi que les mécanismes biologiques impliqués dans l'homéostasie glycémique. Il introduit également les principales caractéristiques du diabète, sa prévalence à l'échelle mondiale, ses différents types ainsi que les approches thérapeutiques et technologiques utilisées pour la gestion de la maladie.

Le deuxième chapitre propose une revue bibliographique approfondie des méthodes de prédiction de la glycémie développées dans la littérature scientifique. Cette analyse couvre les approches statistiques classiques ainsi que les méthodes modernes basées sur l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond. L'étude met en évidence plusieurs limites des méthodes existantes, notamment leur difficulté à modéliser la complexité, la non-linéarité et la variabilité des séries temporelles glycémiques.

Ce même chapitre intègre un volet pour répondre aux limitations précitées. Une première approche hybride de prédiction est proposée, combinant les réseaux de neurones récurrents à



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

mémoire à long et court terme (Long Short-Term Memory, LSTM) et l'algorithme d'apprentissage par amplification de gradient extrême (Extreme Gradient Boosting, XGBoost). Cette approche exploite les capacités des réseaux LSTM pour capturer les dépendances temporelles des séries glycémiques, tandis que XGBoost est utilisé pour modéliser les relations non linéaires entre les différentes caractéristiques. Par ailleurs et afin d'améliorer la représentation des données, plusieurs caractéristiques statistiques extraites des mesures CGM ont été intégrées dans l'espace des variables d'entrée. Les résultats expérimentaux montrent que ce modèle permet d'atteindre une moyenne de RMSE de 7.97mg/dL et de MAPE de 3.95% pour un horizon de prédiction de 15 minutes, démontrant une amélioration notable de la précision de la prédiction glycémique à court terme.

Dans le troisième chapitre, une seconde approche hybride est proposée, combinant les unités récurrentes à portes (Gated Recurrent Unit, GRU) et l'architecture Transformer, une architecture d'apprentissage profond fondée sur le mécanisme d'attention. Cette architecture permet d'exploiter simultanément les capacités des réseaux récurrents pour l'extraction des dépendances séquentielles et celles du mécanisme d'attention pour modéliser les interactions complexes et les dépendances à long terme présentes dans les séries temporelles glycémiques. Des caractéristiques enrichies comprenant des variables statistiques et temporelles ont également été intégrées afin d'améliorer la représentation des données.

Les résultats expérimentaux montrent que l'approche proposée permet de mieux capturer la dynamique complexe de la glycémie et d'améliorer la précision des prédictions. Plus précisément, la méthode proposée obtient une précision prédictive élevée pour les horizons de prédiction à court terme (15–30 min) et à long terme (45–60 min). Le modèle atteint les plus faibles valeurs moyennes de RMSE, avec 4,00 mg/dL, 6,65 mg/dL, 7,96 mg/dL et 8,91 mg/dL pour les différents horizons de prédiction, tout en obtenant des coefficients de détermination (R^2) élevés. Les performances obtenues ont été comparées à celles rapportées dans plusieurs études utilisant la même base de données, ce qui confirme l'efficacité et la pertinence de l'approche développée.

Les résultats obtenus dans cette thèse démontrent que l'intégration de modèles hybrides combinant différentes techniques d'apprentissage profond et d'apprentissage automatique constitue une stratégie prometteuse pour améliorer la prédiction glycémique à court et à long terme. Ces approches ouvrent des perspectives importantes pour le développement de



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

systèmes intelligents d'aide à la décision capables de soutenir les patients et les professionnels de santé dans la gestion quotidienne du diabète.

Mots clés : Prédiction de la glycémie, surveillance continue de la glycémie (CGM), diabète de type 1(DT1), extarction de caractéristiques, modèles hybrides, LSTM, GRU, Transformer, XGBoost.