

Plan du cours 8INF924 : Internet des Objets

I- Objectifs du cours

Le cours a pour objectif de présenter une méthodologie de conception de systèmes industriels à base d'objets connectés touchant par exemple les domaines suivants :

- Les vêtements intelligents pour la e-santé
- Les bâtiments intelligents débouchant sur la notion d'efficacité énergétique
- Les bateaux de pêche connectés
- La traçabilité des conteneurs en mer et au port et les plateformes de logistique
- L'usine 4.0

Le déroulement du cours conduira l'étudiant à comprendre l'écosystème internet des objets (IDO) dans une progression alliant:

- 1- L'évaluation critique des besoins d'une entreprise souhaitant intégrer l'IDO dans ses processus industriels
- 2- Le choix des capteurs constituant la base d'un objet connecté
- 3- La conception des nœuds connectés
- 4- Le choix de la solution Cloud
- 5- L'utilisation d'un outil de supervision à distance des données capteurs et de génération d'alertes
- 6- La notion de nœud intelligent grâce à l'intelligence artificielle

En résumé, à la fin de ce cours, l'étudiant maîtrisera tous les aspects théoriques et pratiques des dispositifs IDO.

II- Description du cours

Le cours sera constitué de parties théoriques décrivant les concepts de l'IDO, de laboratoires permettant la mise en œuvre des parties théoriques du cours et d'un projet IDO.

Plus précisément, la chronologie du cours sera la suivante :

- 1- S1 : Histoire de l'IDO et présentation d'exemples de systèmes IDO
- 2- S2 : Structure d'un réseau IDO comme LoRaWAN et compréhension des éléments clefs pour la mise en œuvre d'un système IDO à partir des besoins utilisateurs
- 3- S3 : Laboratoire 1 : acquisition de données de capteurs par microcontrôleur
- 4- S4 : Description d'un nœud connecté:
 - Les capteurs
 - Le cœur du nœud : le microcontrôleur
 - Le module radio LoRa
- 5- S5 : Protocole radio sans fil LoRa
- 6- S6 : Le réseau LoRaWAN et sa comparaison avec le réseau SIGFOX
- 7- S7 : Laboratoire 2 : mise en œuvre simple d'un petit système IDO avec The Things Network (TTN)

- 8- S8 : Éthique de l'IDO
- 9- S9 jusqu'à S14 : Projet : réalisation d'un système IDO complexe avec la création d'un outil de supervision et de génération d'alertes (Protocole MQTT, Node-RED, RaspberryPi)
- 10- S15 : Évaluation du projet : présentation orale du projet avec vidéo démonstrative et remise du compte-rendu du projet

III- Prérequis pour le cours

L'étudiant est censé maîtriser un langage de programmation structuré comme le C et/ou un langage orienté objet comme le C++ ou le Java. La maîtrise de l'environnement Linux sera un atout également.

IV- Évaluation

L'évaluation se décompose en trois items comme l'illustre le tableau ci-dessous :

Évaluations	Dates	Pourcentage note finale
.Laboratoires (comptes-rendus et travail en séance)	Avant 15 mars 2025	30%
.Évaluation projet : Travail et réalisations, compte-rendu, présentation projet (oral) avec vidéo	Jeudi 24 avril 2025	70%

La note de laboratoire sera la moyenne identiquement pondérée de la note du laboratoire 1 (travail en séance et compte-rendu) et de la note du laboratoire 2 (travail en séance et compte-rendu). Les comptes-rendus seront à rendre au plus tard une semaine après le laboratoire. Les travaux en retard seront acceptés mais avec un retrait de 10% sur la note du laboratoire par jour de retard. La note de laboratoire représente 30% de la note finale.

Le projet représente 70% de la note finale. Elle se décompose en une note de rapport de projet (30% de la note de projet), une note d'implication dans le projet (40 % de la note de projet) et une note obtenue à la suite de la présentation orale de son projet par l'étudiant (30 % de la note de projet). Il est à noter que la présentation orale du projet devra comporter une vidéo sous forme de bande annonce entièrement réalisée par l'étudiant : cette vidéo est un outil de vulgarisation devant permettre à quiconque ne connaissant pas le projet de comprendre l'utilité de la solution développée.

La note finale de passage pour le cours est de 60 %.

V- Bibliographies relatives au cours

Ferrier, L., Ibrahim, H., Issa, M., & Ilinca, A. (2021). State of the Art of Telecommunication Systems in Isolated and Constrained Areas. *Sensors*, 21(9), 3073.

Ferrier, L., Ibrahim, H., Issa, M., & Ilinca, A. (2021). Development and validation of a railway safety system for Nordic trains in isolated territories of northern Quebec based on IEEE 802.15. 4 Protocol. *Sensors*, 21(18), 6129.

Parate, M. R., & Bhurane, A. A. (2022). LoRa for Long-Range and Low-Cost IoT Applications. In *Futuristic Research Trends and Applications of Internet of Things* (pp. 71-100). CRC Press.

Almuhaya, M. A., Jabbar, W. A., Sulaiman, N., & Abdulmalek, S. (2022). A survey on Lorawan technology: Recent trends, opportunities, simulation tools and future directions. *Electronics*, 11(1), 164.

Arshad, J., Aziz, M., Al-Huqail, A. A., Zaman, M. H. U., Husnain, M., Rehman, A. U., & Shafiq, M. (2022). Implementation of a LoRaWAN based smart agriculture decision support system for optimum crop yield. *Sustainability*, 14(2), 827.

VI- UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION DANS LES SALLES DE COURS

L'usage est permis sous certaines conditions

VII- NOMBRE D'HEURES DEMANDÉES POUR UN COURS

Un crédit est l'unité qui permet d'attribuer une valeur numérique à la charge de travail requise pour atteindre les objectifs particuliers des cours. Un crédit correspond, selon l'estimation de l'Université, à quarante-cinq (45) heures de formation (cours et travail personnel). Donc un cours de trois crédits correspond à 135 heures : 45 heures de cours et 90 heures de travail personnel.

VIII- INFRACTION RELATIVE AUX ÉTUDES

La « Procédure concernant les infractions relatives aux études et sanctions » définit les infractions comme étant « plagier, copier, frauder, tricher, falsifier un document, de même que toute participation ou tentative de commettre de tels actes, à l'occasion d'un examen ou d'un travail faisant l'objet d'une évaluation ou dans toute autre circonstance ».

Voici la définition de plagiat que l'on retrouve dans la procédure :

Utiliser totalement ou en partie le texte d'autrui ou tout matériel obtenu par quelque mode que ce soit, notamment par l'utilisation de ressources informatiques, tel Internet, en le faisant passer pour sien ou sans en indiquer les références.

Très important :

- **Les comptes-rendus de laboratoires devront impérativement rendus à l'adresse courriel du professeur notifiée dans le texte des laboratoires. Ils ne pourront pas être rendus par Github : si tel est le cas, ils ne seront pas corrigés et la note sera nulle. Il en est de même pour le rapport du projet.**