

**Sigle : GEN6153 Gr. 01****Titre : Communications sans fil cellulaires****Session : Automne 2021 Horaire et local****Professeur : Hettak, Khelifa****1. Description du cours paraissant à l'annuaire :****Objectifs**

Connaître les problèmes reliés au développement des systèmes de communication sans fil cellulaires. Maîtriser les outils essentiels pour le déploiement d'un réseau sans fil cellulaire. Réaliser un projet d'évaluation des paramètres de canal sans fil dans un environnement intra-immeuble. Plus spécifiquement, ce cours vise à présenter : - les techniques de caractérisation du canal sans fil; - les mécanismes de propagation à l'intérieur et à l'extérieur; - les techniques utilisées dans l'extraction des paramètres pertinents du canal.

**Contenu**

Historique de l'évolution des communications sans fil cellulaires (1G à 5G). Architecture d'un réseau sans fil cellulaire. Planification cellulaire et gestion des ressources radio. Caractérisation d'un canal sans fil. Techniques de mesure des paramètres de canal: temporelle et fréquentielle. Modélisation du canal de propagation, statistique, analytique et empirique. Canal à bande étroite et canal large bande. Approche pour l'aménagement de l'effet multivoie: Techniques de diversité, MIMO et OFDM. Bilan d'une liaison sans fil. Multi-couverture, couverture hiérarchique. Hand-over, itinérance, itinérance internationale. Interconnexion d'un réseau satellite avec le réseau terrestre. Aspects de recherche reliés aux systèmes de communications sans fil cellulaires actuels et futurs.

Descriptif – Annuaire**2. Objectifs spécifiques du cours :**

Connaître les problèmes reliés au développement des systèmes de communication sans fil cellulaires. Maîtriser les outils essentiels pour le déploiement d'un réseau sans fil cellulaire. Réaliser un projet d'évaluation des paramètres de canal sans fil dans un environnement intra-immeuble. Plus spécifiquement, ce cours vise à présenter :

- les techniques de caractérisation du canal sans fil;
- les mécanismes de propagation à l'intérieur et à l'extérieur;
- les techniques utilisées dans l'extraction des paramètres pertinents du canal.

**3. Stratégies pédagogiques :**

Toutes les activités auront lieu en mode présentiel.

Présentation du contenu par le biais de cours magistraux, en mode présentiel.

- Disponibilité d'une page Moodle contenant le matériel du cours et les énoncés des projets.
- Un examen de mi-session et un examen final.
- Communication via Moodle et courriels.

Les modalités de cours et d'évaluation sont sujettes à modification selon l'évolution de la situation sanitaire.

**4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :**

RDV par courriel. [khelifa.hettak@uqo.ca](mailto:khelifa.hettak@uqo.ca)

**5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :**

Semaine	Thèmes	Dates
1	Introduction aux systèmes de communication	07 sept. 2021

	Historique des systèmes de communication en général. Évolution des standards sans fil de 1G vers 5G. Description des éléments constituant un système de communication sans fil. Terminologie associée à la chaîne de communication cellulaire.	
2	<b>Temps et fréquence vs Canal sans fil</b> Représentation d'un signal temps-fréquence, concept de bande passante d'un canal de communication radio-mobile. Technique de mesure des paramètres d'un canal sans fil.	14 sept. 2021
3	<b>Concept cellulaire et ses avantages</b> Géométrie de la cellule, Réutilisation de la fréquence, Interférence co-canal, Amélioration de la capacité et de la couverture.	21 sept. 2021
4	<b>Propagation des ondes radio en espace libre</b> Modèle de Friis, Modèle à 2 rayons, Zones de Fresnel, Pertes de diffraction, Bilan de puissance d'un lien sans fil.	28 sept. 2021
5	<b>Modèles de propagation en zones urbaines et intra-immeuble</b> Modèles empiriques : Okumura, Hata, Modèles déterministes : Tracé de rayon, Techniques numériques basées sur EM.	05 oct. 2021
6	<b>Semaine d'études</b>	12 oct. 2021
7	<b>Examen intra</b>	19 oct. 2021
8	<b>L'évanouissement multivoie et ses caractéristiques</b> L'effet multivoie et les variations rapides/lentes, Paramètres temporels des délais de propagation, Réponse impulsionnelle, Bande de cohérence, Effet Doppler.	26 oct. 2021
9	<b>L'évanouissement multivoie et ses caractéristiques (suite)</b> Modèles statistiques : LogNormal, Rayleigh, Rice, Nakagami.	02 nov. 2021
10	<b>Environnement de Propagation intelligent</b> Surfaces électromagnétiques intelligentes pour la 5G et 6G, Communications sans fil via surfaces intelligentes reconfigurables, Contrôle des trajets multiples au travers des surfaces intelligentes reconfigurables	09 nov. 2021
11	<b>Cas d'utilisation potentiels</b> Façonnage de l'environnement de propagation Personnalisation de la couverture/gestion des interférences dans des réseaux sans fil 5G à l'intérieur des bâtiments	16 nov. 2021
12	<b>Techniques de modulations</b> Modulations analogiques et ses variantes Modulations numériques et ses variantes	23 nov. 2021
13	<b>Techniques pour combattre l'effet multivoie et techniques d'accès multiples</b> Égalisation, Diversités : d'espace, de fréquence/temps et de polarisation. Réseaux d'antennes à faisceaux orthogonaux. Antennes intelligentes, Technique à multiples entrées et multiples sorties. Récepteur Rake. FDMA, TDMA, CDMA, Techniques d'accès multiple à étalement spectral (SSMA). Techniques hybrides, Technique d'accès multiple à division spatiale (SDMA).	30 nov. 2021

14	<b>Présentation des projets</b>	07 déc. 2021
15	<b>Examen final</b>	14 déc. 2021

## 6. Évaluation du cours :

- Examen intra : 30 %
- Présentation et rapport : 20 %
- Examen final : 50 %

## 7. Politiques départementales et institutionnelles :

- Politique du département d'informatique et d'ingénierie relative à la tenue des examens
- Note sur le plagiat et sur la fraude
- Politique relative à la qualité de l'expression française écrite chez les étudiants et les étudiantes de premier cycle à l'UQO
- Absence aux examens : cadre de gestion, demande de reprise d'examen (formulaire)

À l'UQO, **les violences à caractère sexuel, c'est tolérance zéro!**

La communauté universitaire s'engage dans la lutte aux inconduites, au harcèlement et aux violences à caractère sexuel : parce que **le respect, c'est l'affaire de tout le monde!**

N'oubliez pas de faire la formation obligatoire :

[uqo.ca/bimi/formation-obligatoire](https://uqo.ca/bimi/formation-obligatoire)

Pour de plus amples renseignements :

[bimi@uqo.ca](mailto:bimi@uqo.ca)



## 8. Principales références :

1. T. S. Rappaport, Wireless Communications: Principles and Practice, 2<sup>e</sup> édition. Pearson Education, Inc., 2002.
2. W. C. Lee, Mobile Communications Engineering, 2<sup>e</sup> édition. McGraw-Hill, 2008.

## 9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>