

## Les réseaux sans fil et les réseaux mobiles

Groupe 20

Mardi, de 13h30 à 16h30 Voir local au: <https://portail.étudiant.uqam.ca/> (cours)

Mercredi, de 13h30 à 15h30 PK-4665 (atelier)

### Responsable(s) du cours

---

**Nom du coordonnateur :** AJIB, Wessam

**Nom de l'enseignant :** AJIB, Wessam

**Local :** PK-4315

**Téléphone :** (514) 987-3000 #3227

**Courriel :** [ajib.wessam@uqam.ca](mailto:ajib.wessam@uqam.ca)

**Site Web :** [http://www.labunix.uqam.ca/~ajib\\_w/index.html](http://www.labunix.uqam.ca/~ajib_w/index.html)

### Description du cours

---

Transmission sans fil de données. Protocoles d'accès. Réseaux mobiles et sans fil. Réseaux téléphoniques. Réseaux satellites. Protocoles de mobilité. Plates-formes de mobilité. Réseaux ad hoc. Réseaux mobiles à haut débit. Normes et standards. Réseaux hybrides. Réseaux de capteurs.

### Objectifs du cours

---

Les systèmes de communications sans fil - tels que les réseaux cellulaires mobiles, réseaux locaux sans fil (ex. WiFi), réseaux de capteurs, réseaux véhiculaires, et réseaux Bluetooth - sont aujourd'hui incontestablement omniprésents dans notre vie. Avec l'utilisation massive de l'Internet en utilisant des dispositifs sans fil, l'arrivée de l'Internet des objets (IoT pour *Internet of Things* en anglais) ainsi que l'incontrôlable augmentation du nombre de dispositifs de communication sans fil, de la diversité de leurs applications, l'apparition de nouvelles applications multimédia, et les nouvelles exigences de capacité élevée et/ou de qualité de service, une connaissance approfondie des systèmes et réseaux de communications sans fil, devient nécessaire pour tous les scientifiques et surtout les informaticiens et les ingénieurs.

La recherche scientifique dans le domaine des réseaux sans fil occupe également un espace important de la recherche en sciences informatiques et en génie informatique.

Ce cours vise à approfondir les connaissances dans le domaine des systèmes de communications sans fil et dans les réseaux sans fil et se familiariser avec les défis les plus importants en recherche.

À la fin du cours, les étudiants seront capable de:

- connaître les différents réseaux sans fil et les standards;
- analyser et évaluer les performances des systèmes de communications sans fil;
- se familiariser avec les problèmes liés à la mobilité;
- se familiariser avec les domaines de recherche liés aux réseaux sans fil;
- se familiariser avec le concept cellulaire; et finalement
- comprendre les défis de l'intégration de différentes technologies de transmission sans fil.

## Contenu du cours

Chapitre 1. Introduction et notions fondamentales.

Historique des communications sans fil, la notion du signal, la notion du spectre, la capacité du canal, la conversion numérique/analogique, le support de transmission, architecture d'un réseau, modèle OSI, modèle TCP/IP.

Chapitre 2. Principes de communication sans fil.

Antennes de transmission, modes de propagation, bruit, mécanismes de compensation d'erreurs, Techniques d'encodage du signal, numérisation d'un signal analogique

Chapitre 3. Techniques d'accès multiples et contrôle d'erreurs.

Multiplexage par répartition en fréquences orthogonales, étalement de spectre, techniques d'accès multiples, contrôle de congestion, contrôle de flux, Codes de détection d'erreurs, codes de correction d'erreurs.

Chapitre 4. Réseaux locaux sans fil.

Architecture IEEE 802, 802.11 ou WiFi, WiFi Gigabit, la sécurité en IEEE 802.11

Chapitre 5. Réseaux de capteurs, Bluetooth, 802.15.

Internet des objets, Réseaux Bluetooth, 802.15, ZigBee, défis des réseaux de capteurs

Chapitre 6. Réseaux cellulaires.

Principes des réseaux cellulaires, transfert cellulaire (*handoff*), la première génération des réseaux cellulaires, la deuxième génération basée sur le TDMA (ex. GSM), la deuxième génération basée sur le CDMA, le système GPRS, la troisième génération (UMTS, etc.),

Chapitre 7. La quatrième génération des réseaux cellulaires et le système LTE-avancé

Architecture LTE, gestion des ressources en LTE, réseau d'accès radio LET, LTE-avancé

Chapitre 8. Applications mobiles et IP mobile.

Plateforme d'applications mobiles, développement d'applications mobiles, déploiement d'applications mobiles, IP mobile

Chapitre 9. Réseaux sans fil longue-distance.

Communication par satellite, paramètres et configurations des communications par satellite, applications des satellites, Réseaux WiMax et 802.16, Réseau d'électricité intelligent (*Smart Grid*)

Chapitre 10. Nouvelles technologies de transmission sans fil.

## Modalités d'évaluation

Description sommaire	Date	Pourcentage
Devoirs	sur moodle	20%
Étude d'un article	le 2 avril	15%
Travaux Pratiques	sur moodle	30%
Travail de session (projet)	Voir le calendrier ci-bas	35%

### Devoirs (20%)

Régulièrement au cours de la session, des séries d'exercices ou de programmes à réaliser en devoir par équipes de deux seront soumis aux étudiants. Typiquement, il y a 4-6 devoirs avec des dates de remise disponibles sur le site du cours. Un sous-

ensemble (inconnu à l'avance) des exercices pourront être retenus pour être notés. Les énoncés des devoirs seront distribués par l'intermédiaire du site Web du cours.

Il n'y a pas de format préétabli pour les documents à remettre, mais la qualité de présentation et de rédaction est importante. Bref, si je n'aime pas le format d'un document, je tends à le noter en conséquence. Une réponse illisible est forcément mauvaise.

### Étude d'un article (15%)

Je donnerai à chaque étudiant un article scientifique de recherche "de haute qualité" pour l'analyser. Le sujet de l'article sera le plus possible proche du sujet de recherche future de l'étudiant. L'étudiant aura au moins 4 semaines pour étudier l'article, le comprendre et l'analyser. Chaque étudiant me rencontrera pour expliquer sa compréhension de l'article. L'étudiant aura 15-20 minutes pour montrer sa compréhension et il pourra utiliser une présentation (en power point par ex.).

### Travaux Pratiques (30%)

Au cours de la session, des travaux pratiques permettront aux étudiants de mettre en pratique et de vérifier par simulation certains des concepts présentés en classe. Les travaux, qui devront être réalisés en équipes de deux, toucheront à différents sujets en réseaux sans fil. Les travaux pratiques utiliseront un simulateur de réseau dit NS-2 pour mesurer les performances des réseaux locaux sans fil au niveau de la couche physique, de la couche liaison et du routage. Les étudiants auront trois semaines pour réaliser chaque travail pratique. Les dates de remise sont sur le site du cours.

### Travail de session - projet (35%)

Le travail de session permettra à l'étudiant de découvrir et d'approfondir un aspect particulier des réseaux sans fil. L'étudiant a le choix entre plusieurs formes de projets : une étude bibliographique d'un sujet récent, la conception d'une solution à une problématique donnée ou l'évaluation analytique ou par simulations de performance, etc. Un rapport permettra de démontrer les notions apprises via ce projet.

L'étudiant devra respecter les dates suivantes lors de la remise des différents éléments du projet :

- Semaine 3, remise du rapport\_V0 : L'étudiant devra sélectionner le titre, le sujet et la nature du projet (une page max). Ces éléments doivent être approuvés par le professeur.
- Semaine 5, remise du rapport\_V1 : L'étudiant devra remettre un document (3-5 pages approximativement) contenant un résumé du sujet ainsi qu'une liste non-exhaustive de plusieurs sources bibliographiques. Le document devra également expliquer la méthodologie, c'est à dire, comment l'étudiant compte mener à bien son projet. (10% de la note)
- Semaine 8, remise du rapport\_V2 : L'étudiant devra remettre un document (8-10 pages approximativement) contenant un plan détaillé des différentes parties du projet. Le document doit inclure une description de chacune des parties ainsi que les résultats spécifiques attendus. Il doit aussi présenter une justification de la pertinence et des motivations du projet. Ce document doit démontrer que l'étudiant est bien avancé dans la réalisation de son projet. (20% de la note)
- Semaine 15 (Séance des présentations): L'étudiant devra présenter son travail de façon synthétique en 15 à 20 minutes. La présentation sera évaluée par les autres étudiants et le professeur selon une grille préétablie jugeant du fond et de la forme de la présentation. (30% de la note du projet: 10% note des autres étudiants; 20% note du professeur)
- Semaine 15, remise de la version finale du rapport: L'étudiant devra remettre son rapport final. Le produit fini doit être d'assez bonne qualité pour être soumis à un magazine, un journal ou à votre supérieur au travail. (40% de la note)

Suggestions de sujets :

- Les réseaux sans fil définis par logiciel
- Les systèmes à large échelle d'antennes multiples (*Massive MIMO*)
- La communication en spectre millimétrique (mmWave)
- Les réseaux cellulaires denses de petites cellules
- La communication dispositif-à-dispositif (D2D)
- L'efficacité énergétique dans les systèmes de communications sans fil
- Les réseaux sans fil avec des noeuds accumulateurs d'énergie (*Energy Harvesting Wireless Networks*)
- Les réseaux sans fil de backhaul (*Backhaul Wireless Networks*)
- Le routage dans les réseaux de capteurs
- Le partage de spectre dans les réseaux de radios cognitives
- La détection de spectre dans les réseaux de radios cognitives
- L'intégration des réseaux de capteurs et l'Internet

Principales revues et conférences :

- IEEE Wireless communication magazine,
- IEEE Communications Magazine
- IEEE Network Magazine
- IEEE Transactions on Wireless Communications,
- IEEE Transactions on Mobile Computing,
- IEEE Transactions on Vehicular Technology
- IEEE/ACM Transactions on Networkings
- IEEE Infocom,
- IEEE International Conf. on Communication (ICC)
- IEEE Global Communications Conf. (Globecom),
- ACM Mobicom

#### Politique d'absence aux examens

**L'autorisation de reprendre un examen en cas d'absence est de caractère exceptionnel. Pour obtenir un tel privilège, l'étudiant-e doit avoir des motifs sérieux et bien justifiés.**

Il est de la responsabilité de l'étudiant-e de ne pas s'inscrire à des cours qui sont en conflit d'horaire, tant en ce qui concerne les séances de cours ou d'exercices que les examens. **De tels conflits d'horaire ne constituent pas un motif justifiant une demande d'examen de reprise.**

Dans le cas d'une absence pour raison médicale, l'étudiant-e doit joindre un certificat médical original et signé par le médecin décrivant la raison de l'absence à l'examen. Les dates d'invalidité doivent être clairement indiquées sur le certificat. Une vérification de la validité du certificat pourrait être faite. Dans le cas d'une absence pour une raison non médicale, l'étudiant-e doit fournir les documents originaux expliquant et justifiant l'absence à l'examen – par exemple, lettre de la Cour en cas de participation à un jury, copie du certificat de décès en cas de décès d'un proche, etc. Toute demande incomplète sera refusée. Si la direction du programme d'études de l'étudiant-e constate qu'un étudiant a un comportement récurrent d'absence aux examens, l'étudiant-e peut se voir refuser une reprise d'examen.

L'étudiant-e absent-e lors d'un examen doit, dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la date de l'examen, présenter une demande de reprise en utilisant le formulaire prévu, disponible sur le site Web du département à l'adresse suivante : <http://info.uqam.ca/politiques/>

L'étudiant-e doit déposer le formulaire dûment complété au secrétariat de la direction de son programme d'études : PK-3150 pour les programmes de premier cycle, PK-4150 pour les programmes de cycles supérieurs. Pour plus de détails sur la politique d'absence aux examens du Département d'informatique, consultez le site web suivant : <http://info.uqam.ca/politiques>

## Renseignements utiles

Les étudiants qui ont une lettre signée de leur conseillère ou conseiller de l'Accueil et de soutien aux étudiants en situation de handicap (ASESH), dans laquelle il est fait état de leur inscription au ASESH à titre d'étudiant(e) en situation de handicap, sont invités à remettre ce document à leurs professeur(e)s et chargé(e)s de cours dès le début de la session afin que les aménagements dans le respect des exigences académiques soient déterminées de concert avec chacun des professeur(e)s et chargé(e)s de cours. Les étudiants qui ont une déficience et qui ne seraient pas inscrits au ASESH sont priés de se présenter au AB-2300.

Étudiants avant une déficience de type visuelle, auditive, motrice, trouble d'apprentissage, trouble envahissant du développement et trouble de santé mentale:

Les étudiant(e)s qui ont une lettre d'*Attestation des mesures d'aménagements académiques* obtenue auprès d'une conseillère, d'un conseiller de l'**Accueil et soutien aux étudiants en situation de handicap (ASESH)** doivent rencontrer leurs enseignant(e)s au début de la session afin que des mesures d'aménagement en classe ou lors des évaluations puissent être mises en place. Ceux et celles qui ont une déficience ou une incapacité mais qui n'ont pas cette lettre doivent contacter l'**ASESH** au (514) 987-3148 ou se présenter au AB-2300 le plus tôt possible.

## Intégrité académique

### PLAGIAT Règlement no 18 sur les infractions de nature académique. (extraits)

Tout acte de plagiat, fraude, copiage, tricherie ou falsification de document commis par une étudiante, un étudiant, de même que toute participation à ces actes ou tentative de les commettre, à l'occasion d'un examen ou d'un travail faisant l'objet d'une évaluation ou dans toute autre circonstance, constituent une infraction au sens de ce règlement.

La liste non limitative des infractions est définie comme suit :

- la substitution de personnes;
- l'utilisation totale ou partielle du texte d'autrui en la faisant passer pour sien ou sans indication de référence;
- la transmission d'un travail pour fins d'évaluation alors qu'il constitue essentiellement un travail qui a déjà été transmis pour fins d'évaluation académique à l'Université ou dans une autre institution d'enseignement, sauf avec l'accord préalable de l'enseignante, l'enseignant;
- l'obtention par vol, manoeuvre ou corruption de questions ou de réponses d'examen ou de tout autre document ou matériel non autorisés, ou encore d'une évaluation non méritée;
- la possession ou l'utilisation, avant ou pendant un examen, de tout document non autorisé;
- l'utilisation pendant un examen de la copie d'examen d'une autre personne;
- l'obtention de toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle;
- la falsification d'un document, notamment d'un document transmis par l'Université ou d'un document de l'Université transmis ou non à une tierce personne, quelles que soient les circonstances;
- la falsification de données de recherche dans un travail, notamment une thèse, un mémoire, un mémoire-crédation, un rapport de stage ou un rapport de recherche;
- Les sanctions reliées à ces infractions sont précisées à l'article 3 du Règlement no 18.

Les règlements concernant le plagiat seront strictement appliqués. Pour plus de renseignements, veuillez consulter les sites suivants : <http://www.sciences.uqam.ca/etudiants/integrite-academique.html> et <http://www.bibliotheques.uqam.ca/recherche/plagiat/index.html>

## Médiagraphie

NO **Wessam Ajib**, Notes du cours INF8652 sur le site moodle de l'UQAM

VR Cory Beard, William Stallings, "**Wireless Communications Networks and Systems**", Prentice Hall 2016,

VR Khaldoun Al Agha, Guy Pujolle and Tara Ali-Yahiya, "**Mobile and Wireless Networks**", Networks and Telecommunications Series, ISTE Ltd and Wiley, 2106

VR Clint Smith and Daniel Collins, "**Wireless Networks**, Design and Integration for LTE, EVDO, HSPA and WiMax", Third Edition, McGraw Hill Education, 2014

VR Theodore Rappaport, "**Wireless Communications: Principals and Practice**", Second edition, Prentice Hall 2002.

VC C. Siva Ram Murthy, B. S. Manoj, "**Ad hoc Wireless Networks: Architecture and Protocols**", Prentice Hall, 2004.

A : article - C : comptes rendus - L : logiciel  
S: Standard - U : uri - V : volume

C : complémentaire - O : Obligatoire - R : recommandé