

---

# INF8652

## Les réseaux sans fil et les réseaux mobiles

### Plan de cours

---

#### Responsable(s) du cours

DRIOUCH, Elmahdi  
PK-4335  
[driouch.elmahdi@uqam.ca](mailto:driouch.elmahdi@uqam.ca)  
Groupes : 020

---

#### 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.

---

#### Objectif 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	Pondération
Devoirs	sur Moodle	20%
Étude d'un article	sur Moodle	10%
Quiz		5%
Travaux pratiques	sur Moodle	30%
Travail de session (projet)	voir le calendrier	35%

#### DEVOIRS (20%)

Des séries d'exercices (devoirs) à réaliser individuellement ou par équipes de deux seront soumis aux étudiants. Typiquement, il y a 2 à 3 devoirs avec des dates de remise disponibles sur le site du cours. Les énoncés des devoirs seront distribués par l'intermédiaire du site Web Moodle 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. Une réponse illisible est forcément mauvaise.

#### ÉTUDE D'UN ARTICLE (10%)

Chaque étudiant se verra assigner 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 a de deux à trois semaines pour étudier l'article, le comprendre et l'analyser. L'étudiant aura 10-15 minutes pour démontrer sa compréhension et il pourra utiliser une présentation (en power point par ex.).

#### Quiz (5%)

Régulièrement au cours de la session, des quiz auront lieu pendant les séances de cours. Typiquement, il y'a quatre à six quiz pendant la session. Un quiz aura la forme d'un questionnaire avec des choix de réponses.

#### 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 individuellement ou en équipes de deux, toucheront à différents sujets en réseaux sans fil. Les travaux pratiques utiliseront soit le simulateur réseau NS-2 ou Matlab/Simulink 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 entre deux à trois semaines pour réaliser chaque travail pratique. Les dates de remise seront spécifiées 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 : L'étudiant devra sélectionner le sujet et la nature du projet. Ces deux éléments seront approuvés par le professeur.
- Semaine 5, remise du rapport\_V1 : L'étudiant devra remettre un document de trois pages approximativement contenant un résumé du sujet ainsi qu'une liste non-exhaustive de plusieurs sources bibliographiques. Le document devra également expliquer comment l'étudiant compte mener à bien son projet. (10% de la note du projet)
- Semaine 8, remise du rapport\_V2 : L'étudiant devra remettre un document de six 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 du projet)
- Semaine 14 (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 ou à votre supérieur au travail. (40% de la note du projet)

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

## Médiagraphie

---

NO Elmahdi Driouch, 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.

### Politique d'absence aux examens

*Reprise d'examen.* 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.

*Conflits d'horaire.* 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.**

*Procédure.* 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 <http://info.uqam.ca/repriseexamen/>.

*Pièces justificatives.* 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.e étudiant.e a un comportement récurrent d'absence aux examens, l'étudiant.e peut se voir refuser une reprise d'examen.

*Pour plus d'informations.* Consulter la page <http://info.uqam.ca/politiques>.

### Règlement numéro 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, manœuvre 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 :

- <http://www.infosphere.uqam.ca/rediger-un-travail/eviter-plagiat>
- <http://r18.uqam.ca/>

### **Politique no 16 visant à prévenir et combattre le sexisme et les violences à caractère sexuel**

Les violences à caractère sexuel se définissent comme étant des comportements, propos et attitudes à caractère sexuel non consentis ou non désirés, avec ou sans contact physique, incluant ceux exercés ou exprimés par un moyen technologique, tels les médias sociaux ou autres médias numériques. Les violences à caractère sexuel peuvent se manifester par un geste unique ou s'inscrire dans un continuum de manifestations et peuvent comprendre la manipulation, l'intimidation, le chantage, la menace implicite ou explicite, la contrainte ou l'usage de force.

Les violences à caractère sexuel incluent, notamment :

- la production ou la diffusion d'images ou de vidéos sexuelles explicites et dégradantes, sans motif pédagogique, de recherche, de création ou d'autres fins publiques légitimes ;
- les avances verbales ou propositions insistantes à caractère sexuel non désirées ;
- la manifestation abusive et non désirée d'intérêt amoureux ou sexuel ;
- les commentaires, les allusions, les plaisanteries, les interpellations ou les insultes à caractère sexuel, devant ou en l'absence de la personne visée ;
- les actes de voyeurisme ou d'exhibitionnisme ;
- le (cyber) harcèlement sexuel ;
- la production, la possession ou la diffusion d'images ou de vidéos sexuelles d'une personne sans son consentement ;
- les avances non verbales, telles que les avances physiques, les attouchements, les frôlements, les pincements, les baisers non désirés ;
- l'agression sexuelle ou la menace d'agression sexuelle ;
- l'imposition d'une intimité sexuelle non voulue ;
- les promesses de récompense ou les menaces de représailles, implicites ou explicites, liées à la satisfaction ou à la non-satisfaction d'une demande à caractère sexuel.

*Pour consulter la politique no 16*

[https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique\\_no\\_16.pdf](https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique_no_16.pdf)

*Pour obtenir de l'aide, faire une divulgation ou une plainte*

Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement  
514-987-3000, poste 0886

*Pour obtenir la liste des services offerts à l'UQAM et à l'extérieur de l'UQAM*

<https://harcelement.uqam.ca>

*Soutien psychologique (Services à la vie étudiante)*

514-987-3185  
Local DS-2110

*CALACS Trêve pour Elles – point de services UQAM*

514 987-0348  
[calacs@uqam.ca](mailto:calacs@uqam.ca)  
<http://trevepourelles.org>

*Service de la prévention et de la sécurité*

514-987-3131

### **Politique no 44 d'accueil et de soutien des étudiant.e.s en situation de handicap**

*Politique.* Par sa politique, l'Université reconnaît, en toute égalité des chances, sans discrimination ni privilège, aux étudiant.e.s en situation de handicap, le droit de bénéficier de l'ensemble des ressources du campus et de la communauté universitaire, afin d'assurer la réussite de leurs projets d'études, et ce, dans les meilleures conditions possibles. L'exercice de ce droit est, par ailleurs, tributaire du cadre réglementaire régissant l'ensemble des activités de l'Université.

*Responsabilité de l'étudiant.e.* Il incombe aux étudiant.e.s en situation de handicap de rencontrer les intervenant.e.s (conseiller.ère.s à l'accueil et à l'intégration du Service d'accueil et de soutien des étudiant.e.s en situation de handicap, professeur.e.s, chargé.e.s de cours, direction de programmes, associations étudiantes concernées, etc.) qui pourront faciliter leur intégration à la communauté universitaire ou les assister et les soutenir dans la résolution de problèmes particuliers en lien avec les limitations entraînées par leur déficience.

*Service d'accueil et de soutien aux étudiant.e.s en situation de handicap.* Le Service d'accueil et de soutien aux étudiant.e.s en situation de handicap (SASESH) offre des mesures d'aménagement dont peuvent bénéficier certains étudiant.e.s. Il est fortement recommandé aux de se prévaloir de ces services afin de réussir ses études, sans discrimination. Pour plus d'information, visiter le site de ce service : <https://vie-etudiante.uqam.ca/etudiant-situation-handicap/nouvelles-ressources.html> et celui de la politique institutionnelle d'accueil et de soutien aux étudiant.e.s en situation de handicap : [https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique\\_no\\_44.pdf](https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique_no_44.pdf)

Il est important d'informer le SASESH de votre situation le plus tôt possible :

- En personne : 1290, rue Saint-Denis, Pavillon Saint-Denis, local AB-2300
- Par téléphone : 514 987-3148
- Par courriel : [situation.handicap@uqam.ca](mailto:situation.handicap@uqam.ca)
- En ligne : <https://vie-etudiante.uqam.ca/>