

INF8652

Les réseaux sans fil et les réseaux mobiles

Plan de cours

Enseignement

AJIB, Wessam
PK-4315
ajib.wessam@uqam.ca
http://www.labunix.uqam.ca/~ajib_w/index.html
Groupes : 020

Description officielle

Description

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 (1 semaine).

- Définitions,
- Motivations,
- Historique des communications sans fil,
- Problèmes et difficultés,
- Architecture des réseaux.

Chapitre 2. Notions fondamentales en communication sans fil (4 semaines).

- La notion de signal,
- Bande passante et capacité,
- Support de transmission,
- Multiplexage,
- Le canal sans fil,
- Mécanismes d'encodage et de modulation,
- Antennes de transmission,
- Modes de propagation,
- Mécanismes de transmission fiable (couche liaison),
- Détection et correction d'erreurs.

Chapitre 3. Réseaux locaux sans fil (2 semaines).

- Généralités sur les réseaux locaux sans fil
- Accès multiple : CDMA et OFDM
- Architecture 802.11 ou WiFi,
- Couche physique 802.11,
- Couche liaison 802.11

Chapitre 4. Internet des objets (2 semaines).

- Low Range-Réseaux sans fil personnels (LR-WPAN)
- Bluetooth et Bluetooth Smart
- IEEE 802.15.4

- Le standard Zigbee
- Low Power-Réseaux étendus (LP-WAN)
- Le standard LoRaWAN

Chapitre 5. Réseaux cellulaires (4 semaines).

- Principes des réseaux cellulaires,
- Transferts intercellulaires ("handoff"),
- La 1ère, 2ème et 3ème génération (1G, GSM, UMTS, CDMA2000),
- La quatrième génération (LTE, LTE-A),
- La cinquième génération (NR).

Chapitre 6. Réseaux de communications aériennes et par satellite (1 semaine).

- Communication par satellite,
- Réseaux basés sur les UAVs (drônes),
- Applications.

Chapitre 7. Nouvelles technologies de transmission sans fil (1 semaine).

Modalités d'évaluation

Description sommaire	Date	Pondération
Tests et Quiz		30%
Travaux pratiques	sur Moodle	20%
Travail de session (projet)	voir le calendrier	50%

Tests et Quiz (30%)

A chaque semaine, un test ou un quiz aura lieu pendant la séances de cours. Typiquement, il y aura six quiz et six tests pendant la session. Seulement, les cinq meilleures notes des quiz seront prises en compte pour la note finale. Seulement, les cinq meilleures notes des tests seront prises en compte.

Un quiz (1%) aura la forme d'un questionnaire avec des choix de réponses, pour une durée de 5 minutes.

Un test (5%) aura la forme d'un examen court avec un (ou deux) exercice à résoudre à documents ouverts. La durée d'un test est de 30 minutes.

TRAVAUX PRATIQUES (20%)

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, toucheront à différents sujets en réseaux sans fil. Les travaux pratiques utiliseront 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 (50%)

Le travail de session permettra à l'étudiant de découvrir et d'approfondir un aspect particulier des réseaux sans fil. Le projet pourra avoir différentes formes : 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.

Semaine 15, rapport_final (15-20 pages) : rapport_V2 + (30% de la note du projet)

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

- Semaine 3, remise de Rapport_V0 (5%) : L'étudiant devra sélectionner le sujet et la nature du projet. Le Rapport_V0 devrait contenir une page de couverture, un résumé du projet d'une page et quelques références bibliographiques
- Semaine 5, remise du Rapport_V1 (5%) : L'étudiant devra remettre un document de 5-6 pages approximativement qui est une amélioration du Rapport_V0. Il devrait contenir un résumé du sujet, ainsi que les motivations du projet, la méthodologie et une liste presque-complète des références bibliographiques.
- Semaine 6, présentation des articles (20%) : Chaque étudiant se verra assigner deux articles scientifiques "de haute qualité" pour les étudier. Le premier article sera un tutorial et le deuxième article sera un article ayant une contribution scientifique. Les sujets des articles seront proches du sujet de recherche future de l'étudiant. L'étudiant aura 15-20 minutes pour démontrer sa compréhension du premier article et 5-10 minutes pour le deuxième article. Une présentation (en power point par ex.) pourra être utilisée.
- Semaine 8, remise du Rapport_V2 (10%) : L'étudiant devra remettre un document de 8-10 pages approximativement (une amélioration du Rapport_V1) contenant un plan détaillé des différentes parties du projet. Le document doit inclure une introduction (pertinence et motivations du projet + état de l'art + contributions scientifiques spécifiques du projet), le modèle du système à étudier et la formulation du problème. Ce document doit démontrer que l'étudiant est bien avancé dans la réalisation de son projet.
- Semaine 14, Séance des présentations (30%) : 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 (30%) : L'étudiant devra remettre son rapport final. Ce rapport devra inclure (en plus du contenu de Rapport_V2) la formulation du problème, la description de la solution et des résultats des simulations. Le produit fini doit être d'assez bonne qualité pour être soumis à une conférence.

Suggestions de sujets :

- Les réseaux sans fil définis par logiciel
- Les surfaces intelligentes reconfigurables RIS
- Les systèmes à large échelle d'antennes multiples (*Massive MIMO*)
- La communication en spectre millimétrique (mmWave)
- La communication en TeraHertz
- 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 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 William Stallings, "5G Wireless : A comprehensive Introduction", Addison Wesley Edition, 2021

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.

Information sur les Services à la vie étudiante

Services. Les services à la vie étudiante accompagnent les étudiantes et les étudiants dans la réussite de leur parcours universitaire.

[Ensemble des services offerts](#)

[Gagner du temps et réaliser de meilleurs travaux](#)

[Politiques associées à votre réussites](#)

Bureau. Bureau des services-conseils (**soutien psychologique, bien-être aux études, information scolaire et insertion professionnelle, orientation, emploi**) : pour prendre rendez-vous, communiquez au 514 987-3185 ou par courriel à services-conseil@uqam.ca

Aide financière. Bureau de l'**aide financière** : pour prendre rendez-vous, écrivez à aidefinanciere@uqam.ca

Bourses d'études. Concernant les **bourses**, pensez à consulter Le Répertoire institutionnel des bourses d'études (RIBÉ) et écrivez à bourse@uqam.ca pour toute question.

Informations générales. Consultez les informations et l'ensemble des coordonnées et services offerts par les Services à la vie étudiante à l'adresse suivante : vie-etudiante@uqam.ca.

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 <https://info.uqam.ca/repriseexamen/>.

Pièces justificatives. Dans le cas d'une absence de moins de cinq (5) jours pour raison médicale, l'étudiant.e doit joindre une déclaration sur l'honneur. Lors d'une absence de cinq (5) jours et plus, un billet médical est exigé. Les dates d'invalidité doivent être clairement indiquées sur le billet original. L'authenticité du billet pourrait être vérifiée.

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 <https://info.uqam.ca/repriseexamen/>.

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

[Lien vers la page originale de ce contenu](#)

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.

(R18, art. 2.1, définition d'une infraction)

Liste non limitative des infractions mentionnées dans le R18 :

- la substitution de personnes ou l'usurpation d'identité (art. 2.2 a) ;
- le plagiat : l'utilisation totale ou partielle du texte d'autrui ou de la production d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans indication de référence (art. 2.2 b) ;
- le recyclage/la réutilisation de travaux : le dépôt d'un travail aux fins d'évaluation alors que ce travail constitue en tout ou en partie un travail qui a déjà été soumis par la personne étudiante, aux fins d'évaluation académique à l'UQAM ou dans une autre institution d'enseignement, sauf avec l'accord préalable de la personne enseignante à qui ce travail est soumis (art. 2.2 c) ;
- la possession ou l'obtention par vol, manœuvre ou corruption de questions ou de réponses d'examen (art. 2.2 d) ;
- la possession ou l'utilisation de tout document ou matériel non autorisé préalablement, pendant un examen ou lors de la réalisation de travaux, incluant le recours aux outils informatiques ou moyens technologiques (art. 2.2 e) ;
- l'utilisation pendant un examen de la copie d'examen ou de tout autre matériel provenant d'une autre personne (art. 2.2 f) ;
- l'obtention de toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle (art. 2.2 g), ce qui inclut l'utilisation d'outils d'intelligence artificielle ;
- l'obtention d'une évaluation non méritée notamment par corruption, chantage, intimidation ou toute forme de harcèlement ou la tentative d'obtenir une telle évaluation (art. 2.2 h) ;
- la falsification d'un document ou la création d'un faux document, notamment d'un document transmis à l'Université ou d'un document de l'Université transmis ou non à une tierce personne, quelles que soient les circonstances (art. 2.2 i) ;
- la falsification de données de recherche dans un travail, notamment une thèse, un mémoire, un mémoire- création, un rapport de stage ou un rapport de recherche (art. 2.2 j).

Les sanctions reliées à ces infractions sont précisées aux articles 3 et 5 du [Règlement no 18 sur les infractions de nature académique](#).

Pour éviter de vous exposer à des sanctions :

1. Consultez le site r18.uqam.ca pour plus d'information sur l'intégrité académique et le R18 ;
2. Développez les bonnes pratiques en matière de recherche documentaire et de rédaction des travaux via l'outil [Infosphère](#) et les [formations offertes par le Service des bibliothèques](#)

Politique no 2

Le droit à la liberté académique universitaire est le droit de toute personne d'exercer librement et sans contrainte doctrinale, idéologique ou morale, telle la censure institutionnelle, une activité par laquelle elle contribue à l'accomplissement de la mission de l'Université.

Ce droit comprend la liberté :

- (a) d'enseignement et de discussion ;
- (b) de recherche, de création et de publication ;
- (c) d'exprimer son opinion sur la société et sur une institution, y compris l'établissement duquel la personne relève, ainsi que sur toute doctrine, tout dogme ou toute opinion ;
- (d) de participer librement aux activités d'organisations professionnelles ou d'organisations académiques.

Il doit s'exercer en conformité avec les normes d'éthique et de rigueur scientifique généralement reconnues par le milieu universitaire et en tenant compte des droits des autres membres de la communauté universitaire.

En reconnaissant, en promouvant et en protégeant la liberté académique universitaire, cette politique soutient la mission de l'Université, laquelle comprend la production et la transmission de connaissances par des activités de recherche, de création et d'enseignement et par des services à la collectivité.

Pour plus d'information, vous pouvez consulter la section [Liberté académique universitaire](#).

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/47/2019/04/Politique_no_16_2.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://harcèlement.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
<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://services.uqam.ca/services-offerts/soutien-aux-etudiants-en-de-situation-handicap/> 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

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
- En ligne : <https://vie-etudiante.uqam.ca/>

Politique no 42 sur le harcèlement

L'Université du Québec à Montréal (ci-après, l'« Université ») reconnaît à toutes les personnes membres de la communauté universitaire le droit d'être traitées avec dignité, équité et respect mutuel.

Toutes, tous sont susceptibles de subir du harcèlement. L'Université reconnaît que le harcèlement est majoritairement dirigé à l'endroit de certains groupes. Il s'agit notamment des femmes, plus particulièrement lorsque leur vécu se situe à l'entrecroisement de plusieurs formes de discrimination, des personnes issues des minorités sexuelles ou de genre, des communautés racisées ou ethnisées, des communautés autochtones, des étudiantes, étudiants internationaux, ainsi que des personnes en situation de handicap. L'Université s'engage donc à tenir compte de leurs besoins spécifiques.

L'Université considère le respect mutuel, l'égalité, l'écoute et l'entraide comme des valeurs importantes qui favorisent l'épanouissement personnel ainsi que l'établissement de rapports harmonieux entre les personnes et entre les groupes, et qui permettent la mise en place d'un milieu sain et propice à la réalisation individuelle ou collective de sa mission universitaire.

L'Université croit que la collaboration de chaque personne et de chaque groupe de la communauté universitaire est essentielle pour favoriser la création d'un tel milieu et, en ce sens, elle compte sur la contribution de chaque personne.

L'Université juge que toute forme de harcèlement porte atteinte à la dignité et à l'intégrité physique ou psychologique d'une personne.

L'Université reconnaît sa responsabilité d'assurer un milieu de travail et d'études exempt de toute forme de harcèlement et veille à ce qu'aucune forme de harcèlement ne soit tolérée, quelle qu'en soit la source.

Pour plus de détails, consultez la politique complète : https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique_no_42.pdf

Monitorat de programme

Le département d'informatique offre un service gratuit d'aide à la réussite s'adressant plus particulièrement aux étudiant.e.s du baccalauréat et du certificat en informatique. Il concerne principalement les cours de base comme INF1070, INF1120, INF1132, INF2120 et INF2171, mais, selon la connaissance du moniteur ou de la monitrice, un support dans d'autres cours peut également être offert.

Objectifs. Permettre aux étudiant.e.s de :

- Bénéficier d'un encadrement par les pairs ;
- Recevoir un suivi personnalisé en cas de difficulté ;
- Profiter d'un soutien supplémentaire à la matière vue en classe ;
- Obtenir un support technique sur les technologies, les outils, les bibliothèques et les cadriciels utilisés dans les cours (installation, configuration, utilisation)

Informations.

- Voir <https://info.uqam.ca/aide/> pour la grille horaire et tous les détails
- Le service est généralement disponible à partir de la deuxième semaine
- D'autres plages horaires pourraient être ajoutées en cours de session selon les besoins
- Clavardage en direct : [~aide](#) (Mattermost)