

Sécurité des systèmes informatiques

Groupe 50

Vendredi, de 9h30 à 12h30 Voir local au: <https://portail.étudiant.uqam.ca/> (cours)

Vendredi, de 13h30 à 15h30 Voir local au: <https://portail.étudiant.uqam.ca/> (atelier)

Responsable(s) du cours

Nom du coordonnateur : GAMBS, Sébastien

Nom de l'enseignant : GAMBS, Sébastien

Local : PK-4925

Téléphone : (514) 987-3000 #2567

Courriel : gambs.sebastien@uqam.ca

Description du cours

Principes et concepts fondamentaux de la sécurité des systèmes informatiques. Principaux services: confidentialité, intégrité, disponibilité, authentification, non répudiation, contrôle d'accès. Typologie des attaques: fuites, modifications d'information, privations de service. Mécanismes sécuritaires modernes: systèmes de chiffrement symétriques et asymétriques; fonctions de hachage; génération pseudo-aléatoire. Protocoles sécuritaires: authentification, signature, échange et gestion de clés. Sécurité des systèmes centralisés et des systèmes répartis: politiques et modèles de sécurité; contrôle d'accès; rôles et privilèges. Sécurité des programmes: virus, chevaux de Troie. Contre-mesures: journalisation, audits; détection d'intrusion; filtrage; mécanismes de recouvrement. Analyse de risque. Éducation des usagers. Considérations légales, politiques et éthiques.

Objectifs du cours

Avec la croissance fulgurante des technologies de l'information et les récents développements tels que l'infonuagique ou l'Internet des Objets, la problématique de la sécurité des données et des systèmes prend de nos jours une importance cruciale. On abordera dans ce cours le très vaste sujet de la sécurité informatique, en s'intéressant aux principes fondamentaux, aux mécanismes permettant d'assurer des services de sécurité, de même qu'à des applications concrètes liées aux derniers déploiements technologiques.

Le but premier du cours est de sensibiliser l'étudiant à la problématique de la sécurité dans un système informatique. Par la suite, par l'étude des principaux problèmes de sécurité et de leurs solutions possibles, on sera à même d'apprécier la complexité inhérente qui sous-tend la guerre perpétuelle que se livrent les attaquants et les défenseurs dans le monde numérique. Les compétences développées dans le cadre de ce cours rendront l'étudiant capable de :

- Définir les propriétés fondamentales de la sécurité informatique tels que *confidentialité, authentification, intégrité, non-répudiation, disponibilité et respect de la vie privée*.
- Énoncer les principes fondamentaux qui gouvernent l'établissement de services sécuritaires.
- Décrire, expliquer le fonctionnement et mettre en oeuvre les principaux algorithmes cryptographiques pour le chiffrement, le hachage, l'authentification de messages et la signature électronique.
- Décrire les caractéristiques des systèmes de chiffrement à clé secrète et à clé publique.
- Décrire et comprendre des protocoles cryptographiques courants utilisés pour la sécurité informatique.
- Effectuer une analyse de risque, en fonction d'un contexte de fonctionnement spécifique et d'hypothèses sur les capacités de l'attaquant et les menaces possibles.
- Identifier les particularités des menaces contre la sécurité d'un système selon le contexte centralisé ou distribué de ce système.
- Proposer des contre-mesures selon les menaces envisagées.

Contenu du cours

- Introduction: Problématique de la sécurité: confidentialité, authentification, intégrité, disponibilité, non-répudiation, respect de la vie privée, contrôle d'accès. Vulnérabilités, menaces à la sécurité et attaques. Attaques conduisant à des fuites d'information (divulgaration de contenu, analyse de trafic), à des modification d'information (modifications de contenu ou d'ordre des messages, reprises de messages), à des privations de service (retard de messages, destruction).
- Techniques de base en sécurité: Terminologie. Notion de confiance. Analyse de risque. Principes et politiques de sécurité. Éducation des usagers.
- Authentification par mot de passe. Fonctions de hachage (MD5, SHA-1, SHA-3). Stockage sécurisé de mots de passe. Politique de composition de mots de passe. Quantification de la sécurité des mots de passe. Craquage de mots de passe. Authentification par biométrie.
- Chiffrement symétrique. Principes de Kerckhoffs. Exemples de chiffrements historiques et de mécanismes de base: transposition, permutation. Caractérisation des systèmes de chiffrement. Cryptanalyse et attaques. Notions de base fondamentales: entropie, redondance. Chiffrement à sécurité inconditionnelle : masque jetable. Systèmes de chiffrement symétriques modernes (DES, AES). Modes de fonctionnement : ECB, CBC, CTR. Chiffrement par flux (RC4).
- Authentification de messages. Codes d'authentification de message (HMAC, CBC-MAC). Introduction aux protocoles d'authentification. Protocole: authentification mutuelle directe, authentification par serveur de confiance.
- Chiffrement asymétrique (clé publique: RSA, Diffie-Hellman, DSA). Fonctions à sens unique. Intégrité des données et authentification de messages. Génération pseudo-aléatoire. Signature numérique.
- Échange et gestion de clés. Tiers de confiance. Authentification par défi et réponse. Protocoles à divulgation nulle de connaissances. Infrastructures de distribution et de gestion de clés. Certificats: X.509.
- Étude détaillée de protocoles de sécurité: TLS, PGP.
- Sécurité des systèmes répartis et de réseaux: Menaces spécifiques: écoute illicite, imposture, déni de service, brouillage. Caractéristiques des médiums de transmission. Gestion de la confiance. Autorisation décentralisée. Pare-feu. Réseaux privés virtuels. Authentification dans les réseaux Wi-Fi (WEP, WPA et WPA2).
- Respect de la vie privée. Lien avec la sécurité informatique. Outil de traçage, traces numériques. Attaques par inférence et méthodes d'assainissement. Technologies de protection de la vie privée (réseaux de communication anonyme, accréditations anonymes, retrait privé d'information).
- Sujets avancés : sécurité de l'Internet des Objets, cryptomonnaies, blockchain et Bitcoin.

Modalités d'évaluation

Description sommaire	Date	Pondération
Participation en classe		5 %
Devoirs et travaux pratiques	périodiques	30 %
Travail de session	voir calendrier ci-bas	35 %
Examen final	fin de session	30 %

Devoirs notés et travaux pratiques (30 %)

Occasionnellement au cours de la session, des devoirs écrits notés ou des travaux pratiques permettront aux étudiants d'approfondir les sujets vus en cours ou encore de mettre en pratique et de vérifier expérimentalement certains des concepts présentés en classe. Les devoirs et travaux, qui pourront être réalisés en *équipes de deux*, toucheront à différents sujets en sécurité informatique. Il pourra y avoir de la programmation à effectuer, mais pas de développements majeurs.

Travail de session (projet) (35 %)

Comme nous aborderons un domaine beaucoup plus vaste que ce qu'il est possible de couvrir durant le temps limité qui est alloué au cours, un travail de longue haleine, réalisé dans le cadre du cours, vous permettra d'en approfondir un aspect particulier à votre choix. Ce travail peut prendre diverse formes: compte-rendu de lectures, application pratique de notions vues en classe, réalisation de logiciel ou de matériel, etc. Le produit fini devra de toute façon comporter un rapport, qui rendra compte de votre travail et permettra de démontrer ce que vous avez pu apprendre au-delà de ce qui est couvert en classe.

Vous devrez d'abord sélectionner un sujet, qui sera ensuite approuvé par le professeur.

Pour faire ce choix, on peut:

- penser à un aspect de l'informatique ou des télécommunications et de le relier au concept de sécurité
- discuter avec des collègues étudiants ou de travail pour des suggestions
- songer à l'amélioration de la sécurité d'un système sur lequel vous travaillez
- consulter un (des) articles intéressants sur la sécurité

Les principales revues traitant de sécurité informatique sont: Computers & Security, Journal of Computer Security, mais on trouve des articles sur le sujet dans plusieurs autres revues. Les principales conférences sont Crypto et Eurocrypt (pour la cryptographie), Symposium on Research in Security and Privacy, National Computer Security Conference, Annual Computer Security Applications Conference ainsi que European Symposium on Research in Computer Security.

Quelques suggestions de sujets (liste non-exhaustive) :

- Anonymat, vie privée et confidentialité
- Aspects sécuritaires de systèmes d'exploitation connus
- Authentification dans un environnement distribué
- Cartes à puce pour la sécurité
- Éthique informatique
- Gestionnaires de licences pour logiciels
- Pares-feu, contrôle d'accès par listes
- Prévention et détection d'intrusion avancée
- Sécurité et bases de données
- Sécurité et commerce électronique
- Sécurité et réseaux sans fil/ad hoc
- Stéganographie, copyright et protection contre la copie
- Virus
- Nuisances (pourriels, adware, etc.)
- Systèmes leurres (honey-pots)
- Réseaux de zombies (botnets)
- Virtualisation et techniques de méta-surveillance
- Tests de Turing inversés (CAPTCHA)

Principaux jalons et éléments à remettre:

- Semaine 5: Vous devez avoir fait le choix définitif du sujet. Vous devez remettre un document de 1 page expliquant ce que vous voulez faire et pourquoi. Vous devez fournir plusieurs sources bibliographiques et décrire comment vous comptez vous y prendre pour compléter le projet. *(4 % de la note du projet)*
- Semaine 8 : Votre projet doit être bien avancé. Vous devez remettre un plan détaillé ou une spécification de design complète. Il importe de préciser ce que vous faites, comment et quels sont les résultats spécifiques que vous attendez. De plus, vous devez justifier la pertinence de votre travail et indiquer comment votre travail peut être d'intérêt général. *(16 % de la note du projet)*
- Semaines 13 et 14 : Séance de présentations. Chaque étudiant prépare une présentation décrivant de manière synthétique son travail. L'évaluation se fera par les pairs et par le professeur, à parts égales *(40% de la note du projet)*
- Semaine 15: Remise du 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)*

Examen final (30 %)

Examen à livre fermé, portant sur l'ensemble de cours. La note de l'examen final doit être égale ou supérieure à 60 %. Si ce seuil n'est pas atteint, la mention échec sera automatiquement attribuée au cours et ce, quelles que soient les notes obtenues dans les travaux pratiques.

Prenez note que la correction des exercices et examens tient abondamment compte des développements. Il est donc avantageux d'exposer votre travail. Une réponse correcte obtenue au terme d'un raisonnement invalide ne vaut pas grand chose. Par contre, un raisonnement valide, conduisant à une réponse erronée à cause d'erreurs mineures vaut beaucoup plus. Dans le doute, il vaut mieux être explicite que succinct.

Les règlements de l'UQAM concernant le plagiat seront strictement appliqués. Pour plus de renseignements, consultez le site suivant : <http://www.sciences.uqam.ca/etudiants/integrite-academique.html>

Tout travail que vous soumettez doit être le fait de votre propre travail. Vous pouvez échanger avec vos collègues sur les

travaux, les approches de solutions, mais les idées et solutions que vous soumettez doivent émaner de votre propre réflexion. Dans le cas de programmes, vous devez créer et coder votre propre code source, et le documenter vous même. Une fois le programme écrit, il est possible de se faire aider pour le débogage.

En cas de doute sur l'originalité des travaux, un test oral pourra être exigé.

Une pénalité de retard de 10% par jour ouvrable sera appliquée sur les travaux remis après les dates prévues. Il est de la responsabilité de l'étudiant de se faire des copies de ses travaux.

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

Sera complété au fur et à mesure des lectures.

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

C : complémentaire - O : Obligatoire - R : recommandé