

Université de
Sherbrooke

Département d'informatique
IFT 605 / IFT 713 – Systèmes répartis et multiagents
Plan d'activité pédagogique
Automne 2021

Enseignant

Sylvain Giroux

Courriel : sylvain.giroux@usherbrooke.ca

Local : D4-1010-10

Téléphone : +1 819 821-8000 x62027

Disponibilités : Sur rendez-vous

Responsable(s) : Direction du département

Site web du cours : <https://moodle.usherbrooke.ca>

Horaire

Exposé magistral :	Lundi	14h30 à 15h20	salle D3-2035
	Mardi	8h30 à 10h20	salle D7-2021

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	Maîtriser la conception, la mise en œuvre et le déploiement d'applications réparties. Être capable d'utiliser les architectures réparties pour construire des systèmes multi-agents.
Contenu :	Architectures de systèmes répartis. Intergiciel. Invocation de méthodes à distance. Services de noms. Services de découverte. Réseautage spontané. Déploiement. Gestion répartie d'information. Transactions réparties. Fiabilité. Introduction aux systèmes multi-agents. Agents mobiles. Intelligence artificielle distribuée.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 6 heures de travail personnel par semaine
Préalable	IFT 320
Particularités	Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/ift605>

1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation du comité de programme du Département d'informatique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

Autour de nous, les microprocesseurs se multiplient et investissent les objets de la vie quotidienne. Les réseaux, omniprésents, permettent de les interconnecter. Les systèmes répartis sont partout dans le paysage informatique actuel et ce, à toutes les échelles : dans nos maisons, dans nos édifices, dans nos villes, pour les rendre intelligents et à l'échelle de la planète, comme le font les cryptomonnaies. Concevoir, programmer, déployer et maintenir de tels systèmes posent des problématiques et des défis qui leurs sont propres : coordination, cohérence, intégrité, fiabilité, robustesse, hétérogénéité, sécurité... Toutes ces thématiques (et bien d'autres !) seront abordées dans ce cours.

Le cours *Systèmes répartis et multiagents* est le second cours traitant des transmissions de messages dans les systèmes informatiques. Il suit le cours *IFT585 - Télématique*. L'étudiante ou l'étudiant y perfectionnera et élargira ses connaissances visant la construction de systèmes et d'applications réparties dans des réseaux.

1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiante ou l'étudiant sera capable :

1. d'analyser le modèle et les caractéristiques d'un système réparti ;
2. d'évaluer les difficultés inhérentes aux systèmes répartis en termes de synchronisation et de coordination ;
3. de connaître et utiliser les différents intergiciels disponibles ;
4. de comprendre le fonctionnement des systèmes multiagents.

1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs	Travaux	Lectures
1	Introduction : Caractéristiques ; modélisation ; réseautage.	3	1	✓	Chapitres 1 et 2 de [6] et [21]
2	Intergiciels : Communication interprocessus ; objets répartis et microservices, services de noms ; exemples : RPC, RMI de Java, Microservices, OpenHab, MQTT.	6	2 et 3	✓	Chapitres 4, 5, 6 et 13 de [6] , [2] et [1]
3	Systèmes multiagents : Principes ; agents cognitifs, agents réactifs, agents mobiles.	6	2 et 4	✓	Chapitre 2 de [6] Chapitres 2, 4 et 5 de [23]
4	Paradigmes : Internet des objets, infonuagique, infonébulation, systèmes pair-à-pair.	6	2, 3 et 4	✓	Chapitres 10, 19 et 21 de [6]
5	Données partagées distribuées : Réplication, transactions, contrôle de concurrence, transactions distribuées, configuration partagée.	6	2 et 3	✓	Chapitres 16, 17 et 18 de [6] Chapitres 2 et 4 de [15]
6	Algorithmes distribués : Temps et états globaux, coordination et accord, intelligence artificielle distribuée.	6	2 et 4	✓	Chapitres 14 et 15 de [6] Chapitres 3 et 5 de [15]
7	Études de cas : Cryptomonnaies, maisons intelligentes, villes intelligentes, etc.	6	1, 2, 3 et 4	✓	Chapitres 1 à 7 de [15]

1. Le cours doit comprendre au moins quatre travaux pratiques couvrant tous les sujets marqués «✓» dans le tableau.
2. Les lectures indiquées ne sont là qu'à titre indicatif. L'enseignant est libre de choisir un autre document de référence.

2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.

2.1 Méthode pédagogique

Le cours porte sur la conception, la programmation et le déploiement de systèmes répartis à petite ou à grande échelle. Il approche les systèmes répartis à trois niveaux :

- Conception des systèmes répartis : problèmes à résoudre, architectures, déploiements...
- Implémentation et infrastructure des systèmes répartis : gestion répartie de l'information, réplication et fiabilité, consensus, transactions réparties, informatique autonome, systèmes multi-agents et intelligence artificielle...
- Passé, présent et futur des systèmes répartis : technologies émergentes, applications innovantes, enjeux de société...

Pour mettre en évidence les différents concepts, problématiques, implémentations et solutions, des études de cas seront principalement utilisées dans le cours, par exemple GFS « Google File System », Internet des objets et maisons intelligentes, Bitcoin, etc.

Une semaine comprend trois heures de cours. L'étudiant.e est responsable d'effectuer préalablement les lectures correspondantes au sujet de la semaine. Des exercices et travaux pratiques complètent la compréhension des sujets les plus importants. Moodle servira de plateforme pour héberger le matériel pédagogique du cours, pour l'organisation du cours et pour la remise des travaux. TEAMS servira de plateforme pour la communication et les échanges synchrones et asynchrones. Les équipes « Cours-IFT605-A21 » et « Cours-IFT713-A21 » ont été créées à cette fin. L'équipe « Cours-IFT605-A21 » sera utilisée pour les étudiant.e.s de premier cycle et les étudiant.e.s gradué.e.s. L'équipe « Cours-IFT713-A21 » sera utilisée pour les échanges spécifiques aux étudiant.e.s gradué.e.s.

Ayant constaté par le passé que les périodes fixes de consultation n'étaient pas utilisées, il n'y a pas de période établie de disponibilité. Les questions des étudiant.e.s pourront être transmises par courriel au professeur. Le professeur sera aussi disponible immédiatement après les cours. Pour des séances d'assistance plus approfondies, un rendez-vous devra être pris avec le professeur.

Compte tenu du contexte actuel (pandémie due au COVID-19), il se peut que le cours ait lieu en totalité ou en partie à distance d'une façon différente de ce qui est énoncé ci-dessus. Notez que vous en serez informés rapidement si tel est le cas.

2.2 Calendrier

Semaine	Date	Thème	Travaux	Lectures
1	2021-08-30	1, 4 et 7		
2	2021-09-06	1, 2, 4 et 7	Lecture 1 : Conjecture de Brewer : cohérence, disponibilité, partition	
3	2021-09-13	5, 6 et 7	Lecture 2 : MapReduce : données répartis, algorithmes répartis	
4	2021-09-20	2, 3, 5, 6 et 7	Lecture 3 : The Google File System, données réparties, tolérance aux fautes, performance, cohérence	[[Ghemawat2003GFS]]
5	2021-09-27	2, 3 et 7	* Lecture 4 : Informatique autonome, autoconfiguration, auto-optimisation, autoguérison, autoprotection	
6	2021-10-04	2, 3 et 7	Lecture 5 : Fault-Tolerant Virtual Machines	
7	2021-10-11	7	Projet : Modélisation et architecture	
8	2021-10-18	Examen périodique		

9	2021-10-25	Relâche		
10	2021-11-01	4, 5, 6 et 7	* Lecture 6 : RAFT, élections, journalisation, persistance	[[Narayanan]]
11	2021-11-08	4, 5, 6 et 7	Lecture 7 : ZooKeeper : coordination	
12	2021-11-15	4, 5, 6 et 7	* Lecture 8 : Blockstack	
13	2021-11-22	4, 5, 6 et 7	Lecture 9 : Google Spanner : transactions réparties	
14	2021-11-29	4, 5, 6 et 7		
15	2021-12-06	7	Projet : démonstration Portfolio	
16	2021-12-13	Examen final		

2.3 Évaluation

Devoirs	20 %
Portfolio	10 %
Projet	20 %
Examen intra	20 %
Examen final	30 %

Les dates de remise des travaux sont indicatives. Elles seront ajustées au fur et à mesure du déroulement du cours.

Les étudiant.e.s inscrit.e.s en IFT713 auront des lectures supplémentaires à faire et leur projet comportera des contraintes plus fortes. Pour les travaux, les équipes constituées d'étudiant.e.s de IFT605 et de IFT713 seront évaluées selon les critères de IFT713.

La pondération pour IFT713 sera : Devoirs 25%, Portfolio 5%, Projet 20%, Intra 20% et Final 30%

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du règlement facultaire d'évaluation des apprentissages² l'enseignante ou l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

2.3.2 Plagiat

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper l'enseignante ou l'enseignant. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du Règlement des études³. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du Règlement des études de l'Université de Sherbrooke. L'étudiante ou l'étudiant peut s'exposer à de graves sanctions qui peuvent être soit l'attribution de la note E ou de la note zéro (0) pour un travail, un examen ou une activité évaluée, soit de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique. Tout travail suspecté de plagiat sera transmis au Secrétaire de la Faculté des sciences. Ceci n'indique pas que vous n'avez pas le droit de coopérer entre deux équipes, tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, l'enseignante ou l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'elle ou qu'il considère comme étant plagié. En cas d'incertitude, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignante ou l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

2.4 Échéancier des travaux

Les dates de remise des travaux seront indiquées sur les énoncés.

²https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

³<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁴, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisées. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁵, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

Note : L'utilisation du courriel est recommandée pour poser vos questions.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Il n'y a pas d'ouvrage de référence à acheter. Les articles scientifiques et vidéos utilisés seront rendus disponibles sur Moodle. Le projet va consister à développer une preuve de concept d'application répartie fondée sur l'Internet des objets. Un certain nombre de Raspberry Pi, dongles Z-Wave et capteurs/effecteurs seront disponibles pour prêt au Département d'informatique. Les quantités sont limitées. Il se peut que vous deviez en acheter pour réaliser votre projet.

4 Références

- [1] MQTT. <http://mqtt.org/>.
- [2] openHAB. <https://www.openhab.org/>.
- [3] ALI, MUNEEB AND NELSON, JUDE AND SHEA, RYAN AND FREEDMAN, MICHAEL J. : Blockstack : A Global Naming and Storage System Secured by Blockchains. *In Proceedings of the 2016 USENIX Conference on Usenix Annual Technical Conference*, page 181–194, USA, 2016. USENIX Association.
- [4] BREWER, ERIC : CAP twelve years later : How the "rules" have changed. *Computer*, 45(2):23–29, 2012.
- [5] CORBETT, JAMES C. AND DEAN, JEFFREY AND EPSTEIN, MICHAEL AND FIKES, ANDREW AND FROST, CHRISTOPHER AND FURMAN, J. J. AND GHEMAWAT, SANJAY AND GUBAREV, ANDREY AND HEISER, CHRISTOPHER AND HOCHSCHILD, PETER AND HSIEH, WILSON AND KANTHAK, SEBASTIAN AND KOGAN, EUGENE AND LI, HONGYI AND LLOYD, ALEXANDER AND MELNIK, SERGEY AND MWAURA, DAVID AND NAGLE, DAVID AND QUINLAN, SEAN AND RAO, RAJESH AND ROLIG, LINDSAY AND SAITO, YASUSHI AND SZYMANIAK, MICHAL AND TAYLOR, CHRISTOPHER AND WANG, RUTH AND WOODFORD, DALE : Spanner : Google's Globally-Distributed Database. *In Proceedings of the 10th USENIX Conference on Operating Systems Design and Implementation*, page 251–264, USA, 2012. USENIX Association.
- [6] COULOURIS, GEORGE AND DOLLIMORE, JEAN AND KINDBERG, TIM AND BLAIR, GORDON : *Distributed Systems : Concepts and Design*. Addison-Wesley Publishing Company, USA, 5th édition, 2011.
- [7] DEAN, JEFFREY AND GHEMAWAT, SANJAY : MapReduce : Simplified Data Processing on Large Clusters. *Communication of the ACM*, 51(1):107–113, January 2008.
- [8] FIELDING, ROY THOMAS : *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. Thèse de doctorat, University of California, 2000.
- [9] GHEMAWAT, SANJAY AND GOBIOFF, HOWARD AND LEUNG, SHUN-TAK : The Google File System. *In Proceedings of the Nineteenth ACM Symposium on Operating Systems Principles*, page 29–43, New York, NY, USA, 2003. Association for Computing Machinery.
- [10] GILBERT, SETH AND LYNCH, NANCY : Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-Tolerant Web Services. *In SIGACT News*, vol 33, no 2, page 51–59. Association for Computing Machinery, June 2002. <https://doi.org/10.1145/564585.564601>.
- [11] HUNT, PATRICK AND KONAR, MAHADEV AND JUNQUEIRA, FLAVIO P. AND REED, BENJAMIN : ZooKeeper : Wait-Free Coordination for Internet-Scale Systems. *In Proceedings of the 2010 USENIX Conference on USENIX Annual Technical Conference*, page 11, USA, 2010. USENIX Association.

⁴https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Intranet/Informations_academiques/Sciences_Reglement_complementaire_2017-05-09.pdf

⁵<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

- [12] KEPHART, JEFFREY O. CHESSE, DAVID M. : The vision of autonomic computing. *Computer*, 36(1):41–50, January 2003.
- [13] LI, JINYUAN AND KROHN, MAXWELL AND MAZIÈRES, DAVID AND SHASHA, DENNIS : Secure Untrusted Data Repository (SUNDR). *In Proceedings of the 6th Conference on Symposium on Operating Systems Design & Implementation - Volume 6*, page 9, USA, 2004. USENIX Association.
- [14] NAKAMOTO, SATOSHI : Bitcoin : A peer-to-peer electronic cash system, 2009.
- [15] NARAYANAN, ARVIND : *Bitcoin and cryptocurrency technologies : a comprehensive introduction*. Princeton University Press, 2016.
- [16] NARAYANAN, ARVIND AND BONNEAU, JOSEPH AND FELTEN, EDWARD AND MILLER, ANDREW AND GOLDFEDER, STEVEN : *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies : A Comprehensive Introduction*. Princeton University Press, USA, 2016.
- [17] NISHTALA, RAJESH AND FUGAL, HANS AND GRIMM, STEVEN AND KWIATKOWSKI, MARC AND LEE, HERMAN AND LI, HARRY C. AND MCELROY, RYAN AND PALECZNY, MIKE AND PEEK, DANIEL AND SAAB, PAUL AND STAFFORD, DAVID AND TUNG, TONY AND VENKATARAMANI, VENKATESHWARAN : Scaling Memcache at Facebook. *In Proceedings of the 10th USENIX Conference on Networked Systems Design and Implementation*, page 385–398, USA, 2013. USENIX Association.
- [18] ONGARO, DIEGO AND OUSTERHOUT, JOHN : In Search of an Understandable Consensus Algorithm. *In Proceedings of the 2014 USENIX Conference on USENIX Annual Technical Conference*, page 305–320, USA, 2014. USENIX Association.
- [19] SCALES, DANIEL J. AND NELSON, MIKE AND VENKITACHALAM, GANESH : The Design of a Practical System for Fault-Tolerant Virtual Machines. *SIGOPS Oper. Syst. Rev.*, 44(4):30–39, December 2010.
- [20] THEKKATH, CHANDRAMOHAN A. AND MANN, TIMOTHY AND LEE, EDWARD K. : Frangipani : A Scalable Distributed File System. *In Proceedings of the Sixteenth ACM Symposium on Operating Systems Principles*, page 224–237, New York, NY, USA, 1997. Association for Computing Machinery.
- [21] WALDO, JIM AND WYANT, GEOFF AND WOLLRATH, ANN AND KENDALL, SAM : A Note on Distributed Computing. *IEEE MICRO*, 17:49–64, 1994.
- [22] WHITTAKER, MICHAEL : An Illustrated Proof of the CAP Theorem. https://mwhittaker.github.io/blog/an_illustrated_proof_of_the_cap_theorem/, August 2014. Blog.
- [23] WOOLDRIDGE, MICHAEL J. : *An introduction to multiagent systems*. John Wiley & Sons, 2nd édition, 2009.



L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!

Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)

9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui);
 - b) commettre un autoplagiat, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise);
 - c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire;
 - d) fournir ou obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique;
- [...]

Par plagiat, on entend notamment :

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord);
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

Autrement dit : mentionnez vos sources