

Plan de cours

INF8480 - Systèmes répartis et infonuagique

Département de génie informatique et génie Logiciel

Hiver 2025

3 Crédits

<http://www.polymtl.ca/etudes/cours/details.php?sigle=INF8480>

Coordonnées et disponibilités

Nom	Alejandro Quintero
Bureau	M-3105
Téléphone	(514) 340-4711 - 5077
Courriel	alejandro.quintero@polymtl.ca
Disponibilité	Demander rendez-vous
Salle	Coordonnées réelles ou virtuelles

Description du cours

Introduction aux systèmes répartis et à l'infonuagique. Environnement de développement technologique et réseautique des systèmes répartis. Architectures client-serveur, pair à pair, orientées-services et totalement réparties. Infrastructure, plate-forme et applications en tant que services. Concepts d'objets distants et d'intergiciels. Virtualisation des nœuds et du réseau. Notions de synchronisation du temps et de systèmes transactionnels répartis. Méthodes et techniques de conception de services performants, répartis, virtualisés, sécuritaires et tolérants aux défaillances. L'informatique et le développement durable dans le contexte d'applications réparties et de l'infonuagique.

Qualités du BCAPG

1 Connaissances en génie	2 Analyse de problèmes	3 Investigation	4 Conception	5 Utilisation d'outils d'ing.	6 Travail ind. et en équipe
X	X		X	X	
7 Communication	8 Professionalisme	9 Impacts soc. et environn.	10 Déontologie et équité	11 Économie et gestion de projets	12 Apprentissage continu
		X		X	

*Cette information est déjà présente dans l'analyse de cours. Il est suggéré de préciser si le cours est une introduction (IN), un approfondissement (AP) ou une étape de contrôle des acquis (CA). Dans ce dernier cas, veuillez préciser le niveau N selon l'échelle de développement des qualités (N1 à N4) déduit du contexte d'évaluation.

Note : Une version détaillée de ce tableau est disponible à la fin du document. Vous pouvez également regarder cette [vidéo explicative sur les 12 qualités](#).

COURS PREALABLES	COURS COREQUIS	COURS SUBSEQUENTS
INF3405 ou l'équivalent		

Objectifs

Ce cours vise à permettre d'utiliser efficacement les réseaux (Internet) pour implanter des applications informatiques réparties, infonuagiques, et ainsi accéder des ressources à distance, ou distribuer le traitement entre plusieurs ordinateurs, afin d'augmenter la performance ou la tolérance aux pannes. Le tout sera placé dans une perspective de développement durable.

À la fin du cours, l'étudiant sera en mesure de :

- expliquer les notions de base des systèmes répartis et de l'infonuagique ainsi que les implications pour le développement durable;
- décrire les concepts architecturaux les plus répandus dans les environnements répartis;
- analyser et comparer les architectures client-serveur, pair-à-pair, orientée-services, totalement réparties et virtualisées (infrastructure, plate-forme et application en tant que service);
- développer des applications performantes, réparties, virtualisées, sécuritaires et tolérantes aux défaillances

Méthodes d'enseignement et déroulement du cours

Le cours présente un mélange équilibré de concepts théoriques et pratiques importants ainsi que de descriptions de protocoles, logiciels et bibliothèques qui permettent de les mettre en œuvre. L'étudiant est en premier lieu appelé à faire des lectures et consulter tous les supports préparatoires avant chaque séance de cours et de laboratoire. Les points majeurs de chaque module sont revus rapidement en classe et les aspects plus critiques sont détaillés à l'aide d'exemples, d'exercices et d'études de cas. Les étudiants doivent ensuite mettre en œuvre les concepts et technologies ainsi appris, lors des travaux pratiques.

Évaluation

- **Contrôle périodique** : aucune documentation permise sauf un aide-mémoire, préparé par l'étudiant, qui consiste en deux feuilles de format lettre manuscrite ou l'ordinateur recto-verso; pondération **30%**. La date du contrôle périodique est un vendredi à 18h00 dans les salles informatiques.
- **Examen final** : aucune documentation permise sauf un aide-mémoire, préparé par l'étudiant, qui consiste en deux feuilles de format lettre manuscrite ou l'ordinateur recto-verso; pondération **40%**. L'examen se déroule pendant la période d'examens finaux.
- **Travaux pratiques et exercices** : pondération **30%** ; 6 remises de résultats pour les travaux pratiques comptent pour 5 points chacune pour un total de 30 points.
Les travaux pratiques sont **individuels** mais peuvent être réalisés en équipe de 1 ou 2 **maximum**. En équipe de 2, les co-équipiers auront les mêmes paramètres d'entrée pour le travail pratique et pourront donc réaliser conjointement les manipulations et la programmation correspondante. Il est possible de changer de co-équipier à chaque travail pratique. Cependant, chaque étudiant répond **individuellement** au questionnaire. Les co-équipiers, ayant les mêmes paramètres d'entrée, pourront fournir les mêmes réponses aux questions qui portent sur les résultats du travail pratique.
- **Condition de réussite du cours** : Une moyenne pondérée de moins de 40% pour le contrôle périodique et l'examen final entraînera automatiquement un échec.

Documentation

Manuel de référence:

- M. Van Steen, A.S. Tanenbaum, Distributed Systems, Create Space, 3rd Ed., 2017. Copie électronique gratuite : <https://www.distributed-systems.net/index.php/books/ds3/>

Autres livres de référence:

1. G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, G. Blair, Distributed Systems: Concepts and Design, Addison-Wesley, 5th Ed., 1047 pages, 2012.
2. V. Roberto. *Understanding Distributed Systems: What every developer should know about large distributed applications*. Roberto Vitillo, 2022.
3. B. Brendan. *Designing Distributed Systems: Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services*. "O'Reilly Media, Inc.", 2018.

Programme du cours

1. **Introduction aux systèmes répartis**. Historique. Concepts de base, modèles et caractéristiques de ces systèmes. Exemples d'applications réparties sur Internet. (3 heures)
2. **Architecture des clients de l'Infonuagique**. Terminaux légers, virtualisation du bureau, machines virtuelles dans les fureteurs Web, et applications mobiles. (3 heures)
3. **Processus serveurs pour l'infonuagique**. Services pour les machines virtuelles et conteneurs, les fichiers ou les applications. Exemples de Amazon EC2 et OpenStack, et de Kubernetes et Docker. (3 heures)

4. **Communication dans les systèmes répartis.** Communication inter-processus. Messages de groupes. Appels de procédures à distance Modèles d'intergiciels. Sun RPC, gRPC, CORBA et ses services. (3 heures)
5. **Communication par objets répartis.** Concepts d'objets répartis et d'interfaces distantes. Java RMI, et .NET Remoting. (3 heures)
6. **Services de fichiers.** Services de fichiers répartis et poste à poste. Composantes et interfaces. Mécanismes pour l'implantation. Exemples : Sun NFS, CMU AFS, GFS, Ceph, Napster, Gnutella et BitTorrent. (3 heures)
7. Résumé de mi-session et contrôle périodique. (3 heures)
8. **Service de répertoire de noms.** Modèle et Mécanismes. Exemples : DNS, GNS, X.500, LDAP. (3 heures)
9. **Services de temps et de coordination.** Synchronisation d'horloges physiques. Synchronisation par des horloges logiques. Coordination dans un système réparti. (3 heures)
10. **Cohérence et réplication pour les données réparties.** Transactions et procédures de recouvrement. Contrôle des opérations simultanées (verrous, méthodes optimistes, ordonnancement par identificateur de temps). Protocoles pour les mises à jour atomiques réparties. Contrôle des accès simultanés répartis. Transactions en présence de réplication. (3 heures)
11. **Tolérance aux pannes. Modèles de pannes.** Tolérance aux pannes par la réplication. Modèles de réplication. Ordonnancement des requêtes et cohérence. (3 heures)
12. **Informatique et développement durable.** Rappels sur le développement durable. Cycle de vie des composantes d'un centre de donnée, fabrication des appareils, opération, et recyclage en fin de vie. Implications de l'informatique et de l'infonuagique sur le développement durable : dématérialisation, optimisation des procédés, consommation d'énergie. (3 heures)
13. **Conclusion.** Exemples et résumé de fin de session. (3 heures)

Laboratoires

1. Découverte des technologies de l'infonuagique et mise en place de l'environnement (3 heures)
2. Application client-serveur utilisant les appels de procédure à distance gRPC. (3 heures)
3. Mise en place d'un système de fichiers répartis. (3 heures)
4. Mise en place de services simples de temps et de noms. (3 heures)
5. Validation de transactions. (3 heures)
6. Mise en place d'un service infonuagique tolérant aux pannes basé sur l'orchestration Kubernetes. (3 heures)

Fraude : règlement et sanctions

En tant que futur ingénieur, les étudiantes et les étudiants doivent adopter une attitude professionnelle exemplaire. L'article 8 des règlements des études au baccalauréat présente la position de Polytechnique Montréal à l'égard de la fraude sur la base du principe de tolérance zéro. Voici quelques éléments [tirés du règlement](#) en vigueur.

Par fraude, on entend toute forme de plagiat, de tricherie ou tout autre moyen illicite utilisé par une étudiante ou un étudiant pour obtenir un résultat d'évaluation non mérité ou pour influencer une décision relative à un dossier académique.

À titre d'exemple, constituent une fraude :

- l'utilisation totale ou partielle, littérale ou déguisée, d'une œuvre d'autrui, y compris tout extrait provenant d'un support électronique (**d'une IA générative, par exemple**), en le faisant passer pour sien ou sans indication de référence à l'occasion d'un examen, d'un travail ou de toute autre activité faisant l'objet d'une évaluation;
- le non-respect des consignes lors d'un contrôle, d'un examen, d'un travail ou de toute autre activité faisant l'objet d'une évaluation;
- la sollicitation, l'offre ou l'échange d'information pendant un contrôle ou un examen;
- la falsification de résultats d'une évaluation ou de tout document en faisant partie;
- la possession ou l'utilisation pendant un contrôle ou un examen de tout document, matériel ou équipement non autorisé y compris la copie d'examen d'une autre personne étudiante.

Selon la gravité de l'infraction et l'existence de circonstances atténuantes ou aggravantes, l'étudiante ou l'étudiant peut se voir imposer une sanction correspondant à, entre autres, l'attribution de la cote 0 pour l'examen, le travail ou toute autre activité faisant l'objet d'une évaluation qui est en cause, l'attribution de la note F pour le cours en cause, l'attribution de la note F à tous les cours suivis au trimestre.

Dans le cas d'un travail en équipe, les étudiantes et les étudiants d'une même équipe de travail tel que reconnu par la personne enseignante sont solidaires du matériel produit au nom de l'équipe. Si un membre de l'équipe produit et remet un travail au nom de l'équipe et qu'il s'avère que ce travail est frauduleux tous les membres de l'équipe sont susceptibles de recevoir une sanction à moins qu'il soit démontré sans ambiguïté que l'infraction est le fait d'un ou de quelques membres de l'équipe en particulier.

Ressources et services pour les étudiantes et étudiants

Le [Service aux étudiants](#) (SEP) est constitué de professionnels qualifiés et d'une Escouade étudiante, dédiés à favoriser votre bien-être et votre réussite à Polytechnique Montréal, autant sur le plan académique, personnel que social. Que ce soit sous la forme de rencontres individuelles, d'ateliers pratiques ou de programmes tels que le tutorat et le mentorat, les services offerts vous aideront à vous épanouir à votre plein potentiel durant vos études à Polytechnique Montréal. N'hésitez pas à les contacter. Vous avez tout à y gagner !

Le [Bureau d'intervention et de prévention des conflits et de la violence](#) (BIPCV), vous accueille, vous guide et vous soutient en matière de violence à caractère sexuel, harcèlement ou tout enjeu relatif au respect des personnes. Le BIPCV est un bureau indépendant, assurant un service respectant la confidentialité et une écoute sans jugement. Contactez-les : bipcv@polymtl.ca 514 340 4711 Poste 5151. En savoir plus sur leurs services et ressources :