

Ce document est disponible [en format PDF](#).

## Plan de cours

### INF1900 - Projet initial de système embarqué

Département génie informatique et de génie logiciel  
Hiver 2024  
3 Crédits  
1,5 / 6 / 1,5

<https://cours.polymtl.ca/inf1900/> principalement et  
<https://moodle.polymtl.ca/course/view.php?id=366>.

Aussi sur Discord (laboratoires) et Zoom/Webex à l'occasion (cours).

### Enseignants responsables et personnes-ressources

Nom et courriel	Fonction	Bureau / Atelier	Poste télép.
Jérôme Collin <a href="mailto:jerome.collin@polymtl.ca">jerome.collin@polymtl.ca</a>	Coordonnateur et enseignant, toutes les sections	M-4013	5060
Laurent Tremblay <a href="mailto:laurent.tremblay@polymtl.ca">laurent.tremblay@polymtl.ca</a>	Analyste au département de génie informatique et génie logiciel. Aide technique supplémentaire	M-4011	7181
Maude St-Cyr Bouchard <a href="mailto:maude.st-cyr-bouchard@polymtl.ca">maude.st-cyr-bouchard@polymtl.ca</a>	Coordonnatrice pour le travail en équipe en génie informatique – personne- ressource dans ce cours	C-314.39	5983
Stefan Cotargasanu <a href="mailto:stefan.cotargasanu@polymtl.ca">stefan.cotargasanu@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Lundi AM, section 1		
Raphaël Tremblay <a href="mailto:raphael-1.tremblay@polymtl.ca">raphael-1.tremblay@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Mercredi, PM, section 1		
Ely Cheikh Abass <a href="mailto:ely-cheikh.abass@polymtl.ca">ely-cheikh.abass@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Mardi, PM, section 2		
Manel Keddami <a href="mailto:manel.keddami@polymtl.ca">manel.keddami@polymtl.ca</a>	Chargée de laboratoire, Jeudi AM, section 2		
Tristan Rioux <a href="mailto:tristan.rioux@polymtl.ca">tristan.rioux@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Lundi PM, section 3		
Charles De Lafontaine <a href="mailto:charles.de-lafontaine@polymtl.ca">charles.de-lafontaine@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Jeudi PM, section 3		
Paul Petibon	Chargé de laboratoire,		

<a href="mailto:paul.petibon@polymtl.ca">paul.petibon@polymtl.ca</a>	Mardi AM, section 4		
Julien Bourque <a href="mailto:julien.bourque@polymtl.ca">julien.bourque@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Vendredi AM, section 4		
Sunnee Chevalier <a href="mailto:sunnee.chevalier@polymtl.ca">sunnee.chevalier@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Mercredi AM, section 5		
Meriam Ben Rabia <a href="mailto:meriam.ben-rabia@polymtl.ca">meriam.ben-rabia@polymtl.ca</a>	Chargée de laboratoire, Vendredi PM, section 5		
Ghali Chraibi <a href="mailto:ghali.chraibi@polymtl.ca">ghali.chraibi@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Mardi M, section 6		
Xavier Caron <a href="mailto:xavier.caron@polymtl.ca">xavier.caron@polymtl.ca</a>	Chargé de laboratoire, Jeudi M, section 6		
Isabella Santacruz	Répétitrice, Sect. 1, Lundi AM		
Amélie Simard	Répétitrice, Sect. 1, Mardi AM		
Zakarya Khnissi	Répétiteur, Sect. 2, Mardi PM		
Abdul-Wahab Chaarani	Répétiteur, Sect. 2, Jeudi PM		
Gaëtan Florio	Répétiteur, Sect. 3, Lundi PM		
Kais Fallouh	Répétiteur, Sect. 3, Jeudi PM		
Julie Malosse	Répétitrice, Sect. 4, Mardi AM		
Faneva Rakotoarivony	Répétiteur, Sect. 4, Vendredi AM		
Kevin Habchy	Répétiteur, Sect. 5, Mercredi AM		
Marc-Antoine Manningham	Répétiteur, Sect. 5, Vendredi PM		
Laurent Bourgon	Répétiteur, Sect. 6, Mardi Soir		
Zachary Ouellet	Répétiteur, Sect. 6, Jeudi Soir		

## Description du cours

Construction en équipe d'un système matériel et logiciel basé sur une carte à microcontrôleur. Les concepts techniques abordés couvrent la familiarisation avec les éléments matériels et logiciels et les interactions requises pour la réalisation et la compréhension d'un système informatique simple, mais complet avec ses entrées/sorties et périphériques. La programmation à différents niveaux, la gestion de configuration, les inspections de code et les tests et les pratiques de base en programmation sont introduits graduellement.

## Qualités du Bureau Canadien d'Agrément des Programmes en Génie (BCAPG)

Dans le cadre de ce cours, les étudiants développeront les qualités précisées dans le tableau ci-dessous (voir <https://etudiant.polymtl.ca/etudes/programmes-detudes#qualites-developper-pour-les-etudiants-en-ingenierie> et <https://www.youtube.com/watch?v=wwlar3GCC14&feature=youtu.be>).

Numéro	Description	Dans ce cours
1	Connaissances en génie	Contribution à l'évaluation globale de la qualité par la note du cours
2	Analyse de problème	Qualité évaluée (CA-N1)
3	Investigation	Qualité évaluée (CA-N1)
4	Conception	Qualité évaluée (CA-N1)
5	Utilisation d'outils d'ingénierie	Qualité évaluée (CA-N1)
6	Travail en équipe	Qualité évaluée (CA-N1)
7	Communication	Introduction
8	Professionnalisme	Introduction
9	Impacts environnementaux	Introduction
10	Déontologie	Informel
11	Économie et gestion de projet	Informel
12	Apprentissage en continu	Qualité évaluée (CA-N1)

Lorsqu'une qualité sera évaluée, il sera possible de trouver la grille d'évaluation correspondante dans la section [évaluation](https://cours.polymtl.ca/inf1900/evaluation/) (<https://cours.polymtl.ca/inf1900/evaluation/>) du site web du cours (vers le bas de la page).

## Dans le cheminement en génie informatique et génie logiciel

Cours préalables	Cours corequis	Cours subséquents
INF1040	INF1600 – INF2205	LOG2990

## Objectifs d'apprentissage

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

- Concevoir en prenant en compte les concepts techniques de base des disciplines du génie informatique et du génie logiciel;
- Appliquer les méthodes de réalisation de systèmes informatiques généralement acceptées;
- Identifier quelques concepts de base de développement durable, particulièrement ceux en rapport avec l'utilisation de substances rares dans les pièces électroniques;
- Démontrer une capacité à fonctionner efficacement en tant que membre ou chef d'une équipe de travail;
- Utiliser régulièrement des outils de développement logiciel de base: Makefile, bibliothèques logicielles et d'entrepôt (Git);
- Communiquer efficacement les réalisations du travail du projet de session;

## Utilité du cours

Ce cours permettra à l'étudiant de mettre en contexte différents concepts abordés dans les cours des deux premières sessions. Le projet proposé entraînera une réalisation concrète. Il permettra à l'étudiant d'apprendre à travailler efficacement en équipe, de maîtriser les étapes de la réalisation d'un système matériel-logiciel, et de comprendre les interrelations entre les composants d'un système matériel-logiciel de base. De façon plus spécifique, l'étudiant réalisera l'importance d'un développement systématique s'appuyant sur un processus reconnu.

## Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

La méthode d'enseignement prônée dans ce cours s'appuie sur la pédagogie de projet en permettant à l'étudiant d'être le principal artisan de son apprentissage.

Le principal objectif de notre projet est qu'il soit mobilisateur pour les étudiants en les orientant vers une réalisation concrète. Il sollicite les ressources cognitives et favorise leur intégration de manière à produire un contexte d'action nécessaire au développement des compétences. Le projet permet de justifier les apprentissages en sollicitant des pratiques et des compétences qui utilisent des savoirs.

Dans le cadre de ce projet, nous offrons à l'étudiant un environnement de résolution de problèmes basé sur la règle des trois C: Contexte, Construction et Collaboration. Le premier C, le contexte, précise que le problème soumis à l'étudiant se situe dans un contexte authentique et accessible. Cette préoccupation mise sur la motivation personnelle de l'étudiant. Le deuxième C, la construction, indique que l'étudiant construira sa connaissance à partir d'activités signifiantes. Finalement, le troisième C, la collaboration, tente de tirer avantage de la collaboration avec les pairs. La collaboration aidera le processus de construction de la connaissance puisque l'étudiant pourra examiner des perspectives alternatives à sa solution, ce qui pourrait l'amener à reconstruire ses propres perspectives et conséquemment ses solutions.

## Formation des équipes

La formation des équipes de deux se fera obligatoirement durant la première semaine du cours. Dès que deux étudiants sont d'accord pour former une équipe, le responsable du cours en prend note selon la procédure qu'il aura communiquée précédemment. La formation d'équipes de quatre, par réunion de deux équipes de deux, sera réalisée après quelques semaines de cours.

## Évaluation

Nature	Nombre	Pondération	Semaine visée	QRD*
Examen sur Moodle	1	30%	6	2.3 et 12.1
Entrevue de laboratoire	1	10%	9	3.6
Programmes à remettre	3	15%	2 – 6 – 14	

Rapport et code de librairie	1	10%	7-8	5.3
Épreuve de parcours	1	35%	14	4.3

\* Qualité Requise des Diplômés.es

## Évaluation par les pairs

La note finale de chaque étudiant est multipliée par un facteur d'implication ou de contribution. Ce facteur est déterminé à l'aide d'un formulaire que chaque membre de l'équipe doit compléter appelé évaluation par les pairs. La valeur du facteur est comprise dans l'intervalle ] 0 , 1 ].

## Détails des évaluations de la partie technique

### - Examen sur Moodle:

Lors de l'évaluation sur MoodleExamen, l'étudiant doit répondre à une série de questions de façon individuelle et visant à vérifier sa compréhension de concepts théoriques et des activités réalisées en laboratoire.

### - Entrevue de laboratoire:

Lors de l'entrevue de laboratoire, l'équipe doit répondre à une série de questions visant à vérifier sa capacité à effectuer des liens entre les notions théoriques, l'activité réalisée et le travail en équipe.

### - Programme:

Tout au long de la session, les étudiants rédigeront des programmes. L'étudiant pourra vérifier l'exactitude de son programme par l'observation du résultat ou du fonctionnement attendu du robot. Le correcteur vérifiera, pour sa part, que la rédaction du programme respecte et exploite adéquatement les concepts fondamentaux de la programmation.

### - Rapport et code de librairie :

Un rapport d'équipe devra être rédigé. Ce rapport présentera les résultats lors de l'union du code de deux équipes pour en former qu'une seule de quatre étudiants. Le travail sera la réalisation d'un exercice sur les «Makefiles». Le rapport expliquant la réalisation du système de compilation développé. Le code est également corrigé. Cette évaluation inclut le travail de deux semaines de travaux pratiques en laboratoire lors des semaines 7 et 8.

### - Épreuve parcours:

Le robot doit, à la fin de la session, pouvoir compléter un parcours en respectant certaines règles.

## Critères d'évaluation

Les critères de corrections seront introduits avec chaque travail à effectuer. Les critères varieront selon la nature du travail demandé. Beaucoup de grilles d'évaluation sont disponibles et regroupées dans la section [évaluation](#) du site web du cours.

## Retard lors des remises de travaux

Aucun retard n'est permis pour les remises. Un retard, aussi minime soit-il, entraîne la note zéro pour ce travail directement. L'utilisation de l'outil de développement logiciel Git devrait permettre de travailler de façon incrémentale pour arriver à soumettre une solution au moins partielle avant même la date limite et d'espérer récolter une bonne portion des points sans soumettre l'entièreté du code à la dernière minute. Rien n'empêche d'améliorer le résultat jusqu'à la date et l'heure limite pour autant avec Git. Cette façon de procéder par étapes et continuellement correspond également à une méthode de développement logiciel attendue dans le cadre du cours.

## Personnes-ressources

Toutes les personnes mentionnées au haut du plan de cours peuvent servir de personnes-ressources à divers moments et pour diverses situations. L'accompagnement dans un projet intégrateur de première année est important et le personnel enseignant y accorde une attention particulière. Il est toujours possible de les contacter pour une rencontre pour de l'aide dans une situation particulière.

## Documentation

L'information principale pour la réalisation des travaux se trouve dans les sites électroniques du cours à l'adresse:

- site web du cours: <https://cours.polymtl.ca/inf1900/>
- site Moodle et <https://moodle.polymtl.ca/course/view.php?id=366>

Les livres restent facultatifs. En voici deux contenant l'information théorique répondant aux besoins:

- John F. Wakerly, *Digital Design Principles and Practices*, Prentice-Hall, 4ème édition, Upper Saddle River, New Jersey, 2005, 895 p.
- Yves Boudreault et Wacef Guerfali, *C++ Résolution de problèmes et programmation*, 3ème édition, Presses Internationales Polytechnique, Montréal, Québec, 2009, 691 p.

Par contre, vous devrez consulter régulièrement les documents suivants concernant le microcontrôleur ATmega324PA que nous utilisons dans ce projet:

- Microchip Technology, 8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64/128K Bytes In-System Programmable Flash – ATmega164A/PA/324A/PA/644A/PA/1284/P, [http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8272-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega164A\\_PA-324A\\_PA-644A\\_PA-1284\\_P\\_datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8272-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega164A_PA-324A_PA-644A_PA-1284_P_datasheet.pdf) 659 p.
- AVR Lib C, description de l'interface de programmation de la librairie C adaptée aux microcontrôleur RISC 8 bits AVR de Atmel, <http://www.nongnu.org/avr-libc/user->

Vous trouverez dans le site web du cours une liste complémentaire de documents d'intérêt.

## Programme du cours et calendrier

Ce cours est constitué uniquement de séances de laboratoire. Le but ultime est d'arriver à faire fonctionner un robot de façon autonome. Cet objectif sera atteint par étapes et de façon progressive durant la session.

Sem.	Sujet (laboratoire et cours)	Activité	Évaluation
Activités par équipe de deux étudiants uniquement			
1	Introduction à la carte mère au simulateur SimulIDE, au microcontrôleur et à l'environnement de développement logiciel Aperçu du montage	Écriture des premiers programmes. Établissement de matériel dans le simulateur.	
2	Machines à états finis de façon logicielle	Deux exercices exploitant le microcontrôleur	Correction des programmes
3	Le PWM logiciel permettant le contrôle des moteurs	Deux exercices dont un doit permettre de faire tourner un moteur dans le simulateur	
4	Introduction aux ressources internes du microcontrôleur. Scrutation et interruptions	Exercices par code à compléter	
5	Accès à une mémoire externe et communication RS232	Exercices de communication avec un PC et une mémoire	Vérification des opérations sur la mémoire et quiz la semaine suivante (à revoir)
6	Conversion analogique/numérique et capteurs	Exercice avec une photorésistance et un interrupteur	Correction des programmes
Activités par équipes de quatre uniquement			
7	Makefile et bibliothèques logicielles	Construction d'une bibliothèque.	
8	Stratégies de débogage	Ajout à la bibliothèque de la semaine précédente	Correction de la bibliothèque et du rapport qui devra l'accompagner
9	Trajectoire préprogrammée	Lire, interpréter et exécuter des instructions	Vérification du comportement du

		en mémoire correspondant à un parcours à suivre	système et entrevues de laboratoire la semaine suivante
10-13	Système autonome complet en mode projet	Le robot doit effectuer des épreuves en détectant des objets dans son environnement immédiat	Suivi des équipes par le responsable
14	Remise du code et du système complet		Évaluation du système complet Remise du code final

## Charge de travail

La charge de travail peut varier quelque peu de semaine en semaine dans ce cours. Tout de même, comme dans tout projet intégrateur, un travail constant et régulier est attendu de tous les membres d'une équipe. Le but étant d'éviter un déséquilibre dans la compréhension des concepts importants du projet parmi les membres de l'équipe et de s'assurer d'une implication de tous à l'effort d'équipe et à l'atteinte des objectifs du cours. Dans cette perspective, un respect des heures imposées par le triplet-horaire du cours est attendu de chaque étudiant. De façon plus précise, environ 9 heures de travail par semaine sont attendues en moyenne pour la réalisation de ce cours-projet.

\*\*\* Cette information est donnée à titre indicatif seulement. Certains étudiants peuvent avoir besoin d'investir plus ou moins de temps.

## Approche pédagogique

*J'entends et j'oublie.  
Je vois et je me souviens.  
Je fais et je comprends.  
- Confucius*

Les travaux pratiques sont privilégiés dans le développement de compétences en travail d'équipe, car ses apprentissages impliquent une modification du comportement, des perceptions, des valeurs et des attitudes. Le principe privilégié est l'expérience vécue considérée comme le principal moteur de changement chez une personne. Puisque l'action sans réflexion n'est que répétition des mêmes erreurs, une analyse personnelle doit suivre l'action pour permettre une réorganisation des façons de penser et ouvrir sur des pistes de changement. Une grille des retours oriente cette réflexion.

L'approche orientée vers les solutions s'avère un moyen pédagogique stratégique, car elle vise à ce que l'étudiant effectue «une prise en charge de ses apprentissages». Ainsi, l'étudiant(e) est amené à se mobiliser vers le changement de façon graduelle et concrète. Il apprend à se visualiser avec des habiletés de communications efficaces et à identifier les premiers gestes concrets à mettre en pratique pour atteindre les comportements souhaités. Une grille de l'approche orientée vers les solutions dirige l'étudiant(e) en ce sens.



Enfin, à l'aide de ses compétences et outils de travail en équipe, l'étudiant sera appelé à les intégrer dans le cadre du génie informatique et logiciel. Ainsi, au cours de la session, l'étudiant aura un premier contact avec son domaine d'étude et sera amené à analyser un projet de conception et à établir les liens entre les principes de base impliqués. Cet objectif sera atteint par la présentation des livrables. Le projet intégrateur permettra ainsi à l'étudiant d'intégrer ses compétences de travail en équipe et celles de chacun de son groupe afin de créer une synergie permettant au bout du compte une expérience intéressante, enrichissante et en ressortir grandir.

Les diverses méthodes d'enseignement utilisées dans ce cours:

- l'enseignement magistral
- l'enseignement par les pairs
- le travail en équipe
- le travail personnel

## **Fraude: infractions et sanctions**

En tant que futur ingénieur, l'étudiant doit 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 de cet article tirés de l'annuaire.

Par fraude, on entend toute forme de plagiat, de tricherie ou tout autre moyen illicite utilisé par l'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, 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'un autre étudiant;

Selon la gravité de l'infraction et l'existence de circonstances atténuantes ou aggravantes, 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 étudiants d'une même équipe de travail tel que reconnu par l'enseignant 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.

## Laboratoires sur la plate-forme Discord

La plate-forme Discord (<https://discord.com/>) sera utilisée durant les laboratoires. Comme le cours sera en présentiel, son utilisation sera moins importante que pour une cours à distances. Tout de même, pour regrouper un ensemble de réponses à des questions et regrouper des informations utiles, elle est utile en présentiel. La plate-forme pourrait prendre de l'importance si la majorité de l'enseignement devait revenir à distance en cours de session pour des raisons d'urgence.

Un accès vous sera transmis lors de la première séance de cours. Il y a des règlements visant à préserver l'harmonie dans cet endroit de discussions et de rencontres:

- On doit impérativement changer son nom pour lui donner une forme précise de façon à pouvoir être bien identifiable sur le site: <no-d'équipe>-<PrénomNom>. Donc, par exemple, 34-JérômeCollin;
- Avoir un langage correct et un respect dans les commentaires, questions et explications placées sur le site;
- Respecter le sujet pour lequel chaque section du site est prévu. Le sujet d'un salon s'affiche en haut au centre lorsqu'on le sélectionne avec la souris;

Le non respect des règles pourra amené une exclusion du site, et même une exclusion du cours directement. Le nombre élevé d'inscrits fait en sorte que la discipline doit être conservée pour favoriser l'apprentissage et le travail efficace. Vous remarquerez aussi que le nom des chargés et répétiteurs est en rouge pour marquer leurs rôles.

## Remarques complémentaires

Une équipe ne fonctionne bien que si tous ses membres épaulent le travail de l'équipe. En effet, chacun des membres, individuellement, est responsable du succès de l'équipe, collectivement. L'approche pédagogique et les évaluations de ce cours nécessitent donc la participation active de tous les membres d'une équipe. Un étudiant dont la participation sera jugée insuffisante par ses co-équipiers et par l'enseignant, suite aux tentatives du groupe pour améliorer la situation, se verra exclu de son équipe et pourra obtenir la note F (échec).

Aussi, les règlements sur les restrictions pour une inscription tardive (6.5) ou pour un abandon après inscription (6.6) seront surveillés de très près suivant la modalité d'application M13 prévue pour les cours projets, dont INF1900.