



Plan de cours

MEC2115 - Méthodes expérimentales et instrumentation en mécanique

Département de Génie Mécanique

Hiver 2024

3 Crédits

Triplet horaire :3-2-4

<https://moodle4.polymtl.ca/course/view.php?id=979>

Coordonnées et disponibilités

Nom	Smail Guenoun	Théorie et laboratoires
Bureau	C 318.3	
Téléphone	(514) 340-4711 - Poste: 3554	
Courriel	smail.guenoun@polymtl.ca	
Disponibilité	Mercredi de 13h à 15h	
Salle	C 318.3 ou sur Webex	

Nom	Simon Tanguay	Laboratoires
Courriel	Simon-3.tanguay@polymtl.ca	

Coordonnateur ou coordonnatrice

Nom	Smail Guenoun
Courriel	smail.guenoun@polymtl.ca

Description du cours

Concepts généraux et objectifs de la mesure. Planification d'essais. Mesurage. Chaîne de mesure. Caractéristiques métrologiques des instruments. Erreur de mesure. Propagation des incertitudes. Analyse et validation des résultats de mesure. Mesures typiques en mécanique du solide et en mécanique des fluides. Description des principaux types de capteurs. Conditionneurs de signal. Instruments de lecture et d'enregistrement. Système informatisé d'acquisition de données. Introduction au logiciel LabVIEW. Travaux pratiques de laboratoire et conception d'un système informatisé d'acquisition

Qualités du BCAPG

1	2	3	4	5	6
Connaissances en génie	Analyse de problèmes	Investigation	Conception	Utilisation d'outils d'ing.	Travail ind. et en équipe
AP	IN	CA – N2		AP	

7 Communication	8 Professionalisme	9 Impacts soc. et environn.	10 Déontologie et équité	11 Économie et gestion de projets	12 Apprentissage continu

*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
MEC1420	Aucun	MEC8371

Objectifs d'apprentissage

Objectifs	Correspondance avec les qualités du BCAPG
Les séances de cours visent à :	
○ Décrire les méthodes d'essai courantes en génie mécanique, de nommer et définir les fonctions des composantes principales des chaînes de mesure	Qualité 1 (AP) et Qualité 5 (IN)
○ Décrire les instruments de mesure les plus courants en génie mécanique et de procéder au choix d'équipement pour une situation particulière	Qualité 1 (AP) et Qualité 5 (IN)
○ Décrire les phénomènes physiques reliés à la mesure et évaluer l'influence des paramètres entre eux	Qualité 1 (AP)
○ Analyser et interpréter les résultats obtenus par des méthodes expérimentales	Qualité 3 (CA-N2)
○ Juger de l'importance des erreurs de mesure et de leurs influences sur l'exploitation des résultats	Qualité 2 (IN)
○ Appliquer les concepts sous-adjacents d'acquisition et de traitement informatisé de données dans un contexte d'intégration de système de mesure	Qualité 5 (IN)
○ Comprendre et appliquer les bases de la programmation graphique (logiciel LABVIEW) afin de concevoir et d'écrire un programme de mesure qui contrôle un système d'acquisition de données.	Qualité 5 (IN)
Les séances de laboratoires visent à :	
○ Utiliser des instruments de mesure les plus courants en génie mécanique	Qualité 3 (CA-N2)
○ Concevoir et utiliser une méthodologie d'essai de laboratoire	Qualité 3 (CA-N2)
○ Concevoir des instruments virtuels (VI) en utilisant le logiciel LabVIEW afin de procéder	Qualité 5 (AP)
○ Assembler et utiliser des systèmes expérimentaux complexes	Qualité 3 (CA-N2) et Qualité 5 (IN)

Utilité du cours

Ce cours est une introduction aux méthodes et aux outils spécifiques à l'approche expérimentale en génie mécanique/aérospatial. Il introduit les concepts et sert à développer un savoir-faire en expérimentation et en analyse des résultats expérimentaux. De plus, l'expertise acquise dans l'utilisation du logiciel LABVIEW est très utilisée dans le cadre académique et industriel pour le processus d'acquisition de données informatisé.

Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

Le contenu du cours sera présenté aux étudiants en séances de cours magistral à raison de trois heures par semaine et il y a 11 périodes de laboratoires (TP) de deux heures chacune. Chaque séance de laboratoire est donnée la semaine suivant sa présentation en classe. **Les dates des périodes de TP sont indiquées sur le calendrier du trimestre qui suit (pages 4 à 6).**

Évaluation

NATURE	NOMBRE	Mode de réalisation (Individuel/équipe)	PONDÉRATION	DATE	Qualité
Contrôle périodique	1	Individuel	30%	Vendredi, 1 mars 2024 (À l'heure du cours)	
Laboratoires	11	Équipe de 2	30%	Voir le calendrier	Qualité 3 - CA
Examen final*	1	Individuel	40%		

* Date exacte à venir, durant la période des examens finaux (08 au 22 décembre).

Note : La note de passage est de 12/20, mais il faut avoir une moyenne aux examens de 10/20 pour passer le cours.

En cas d'échec au cours, la note des TP est créditée si la moyenne des TP est atteinte, toutefois l'étudiant pourra reprendre l'ensemble des TP s'il le désire.

Qualité(s) du BCAPG évaluée(s) dans ce cours	Évaluation utilisée (ou portion d'une évaluation)	Niveau de développement de la qualité
3	3.1 Formulation des hypothèses = TP1 3.3 Préparation des essais = TP2, 3, 4 et 6 3.4 Exécuter l'expérimentation = TP2 à 11 3.5 Analyse des résultats = TP2, 5, 8 3.6 Vérification des hypothèses = TP1, 2 et 5	N2

Personnes-ressources

Partie théorique : Smail Guenoun

Laboratoires : Smail Guenoun, Simon Tanguay

Documentation

- Notes de cours (disponibles sur moodle)

Livre de référence (**optionnel**): DETUNCQ, B. & MARCHAND, L. 2016 Méthodes expérimentales et instrumentation en mécanique. Cours MEC2115 & AER2100, Département de génie mécanique, Polytechnique Montréal.

CALENDRIER TRIMESTRE D'AUTOMNE 2023

MOIS	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
JANVIER	8	9	10 Cours 1	11	12 Cours 1 Présentation TP 1
	15 TP 1	16 TP 1	17 Cours 2	18	19 Cours 2 Présentation TP 2
	22 TP 2	23 TP 2	24 Cours 3	25	26 Cours 3 Présentation TP 3
	29 TP 3	30 TP 3	31 Cours 4	1	2 Cours 4 Présentation TP 4
FÉVRIER	5 TP 4	6 TP 4	7 Cours 5	8	9 Cours 5 Présentation TP 5
	12 TP 5	13 TP 5	14 Cours 6	15	16 Cours 6 Présentation TP 6
	19 TP 6	20 TP 6	21 Cours 7	22	23 Cours 7 Présentation TP 7
	26	27	28 Révision CP	29	1 CP
MARS	4 Semaine d'étude	5 Semaine d'étude	6 Semaine d'étude	7 Semaine d'étude	8 Semaine d'étude
	11 TP 7	12 TP 7	13 Cours 8	14	15 Cours 8 Présentation TP 8
	18 TP 8	19 TP 8	20 Cours 9	21	22 Cours 9 Présentation TP 9
	25 TP 9	26 TP 9	27 Cours 10	28	29 Journée sans cours
AVRIL	1 Journée sans cours	2 Pas de TP	3 Cours 10 + cours 11	4	5 Cours 11 Présentation TP 10
	8 TP 10 déplacé au 15 avril	9 TP 10	10 Révision EF	11	12
	15 TP 10	16	17 Projets intégrateurs	18 Projets intégrateurs	19 Début des finaux

Cours	Matière
1	Préambule But de cours, Quelques définition, introduction au logiciel LabVIEW
2	Caractéristiques métrologiques – Incertitudes Classes d'erreurs (systématiques et accidentelles), statistique et probabilité, caractéristiques métrologiques des capteurs, propagation de l'incertitude
3	Mesure de température Échelle des températures de référence, thermocouples, RTD, thermistance, IC sensor
4	Mesure de la position Capteurs de position (potentiomètre, LVDT, codeurs), capteurs de proximité (à reluctance variable, à courant de Foucault)
5	Systèmes d'acquisition Convertisseur analogique-numérique, Quantification, amplification, échantillonnage, repliement, types de CAN, échantillonneur bloqueur
6	Traitement de signal Amplificateur, filtrage, excitation
7	Jauges de déformation Principe de fonctionnement, pont de Wheatstone, sensibilité transversale, fils de raccordement, effets thermiques, étalonnage Shunt, types de jauges de déformation
8	Capteurs à base de jauges Types de capteurs de jauges, critères de conception des capteurs, applications
9	Forces et couples Capteurs piézoélectriques, mesures d'efforts en soufflerie
10	Mesures en mécanique des fluides Propriétés des fluides, propriétés des écoulements en conduite, la relation de Bernoulli, les débitmètres à restriction de section
11	Mesures en mécanique des fluides (suite) Débitmètres basés sur la traînée d'un corps, le tube de Pitot, autres débitmètres

Charge de travail***

- Heure de présence en classe (incluant contrôles) : 5 x 13 = 65 heures
- Étude personnelle (étude et exercices d'assimilation) : 3 X 13= 39 heures
- Préparation aux contrôles périodiques (10 h)
- Préparation à l'examen final (18.5h)

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

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, 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 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.

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 :

Qualités requises des diplômé.es par le BCAPG

(Cette rubrique vise à rappeler aux étudiantes et aux étudiants les QRD pour lesquelles ce cours constitue une introduction (IN), un approfondissement (AP) ou un contrôle des acquis (CA).)

* : IN = introduction, AP= approfondissement et CA=contrôle des acquis

Qualités requises des diplômés par le BCAPG / Déclinaison Polytechnique Montréal

Ce tableau présente les 12 qualités requises par le BCAPG. Vous trouverez ci-dessous les qualités qui seront développées dans ce cours.

Cours concerné : MEC2115 – Méthodes Expérimentales et Expérimentation en Mécanique

Qualité	Déclinaison	IN	AP	CA
1 Connaissances en génie : connaissance, à un niveau universitaire, des mathématiques, des sciences naturelles et des notions fondamentales de l'ingénierie, ainsi qu'une spécialisation en génie propre au programme.	1.1 Démontrer des connaissances de base en mathématiques et en sciences			
	1.2 Démontrer des connaissances de base en génie		x	
	1.3 Démontrer des connaissances avancées en génie			
2 Analyse de problèmes : capacité d'utiliser les connaissances et les principes appropriés pour identifier, formuler, analyser et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes et en arriver à des conclusions étayées.	2.1 Identifier et formuler un problème			
	2.2 Explorer des approches de résolution et planifier la démarche			
	2.3 Conceptualiser ou modéliser le problème			
	2.4 Produire des résultats			
	2.5 Valider ses résultats et recommander			
	2.6 Analyser l'incertitude, la sensibilité et les limites des approches		x	
3 Investigation : capacité d'étudier des problèmes complexes au moyen de méthodes mettant en jeu la réalisation d'expériences, l'analyse et l'interprétation des données et la synthèse de l'information afin de formuler des conclusions valides.	3.1 Formuler des hypothèses testables			N2
	3.2 Faire la revue de la documentation existante			
	3.3 Planifier et préparer des essais			N2
	3.4 Exécuter l'expérimentation			N2
	3.5 Analyser les résultats expérimentaux			N2
	3.6 Vérifier les hypothèses et argumenter			N2
4 Conception : capacité de concevoir des solutions à des problèmes d'ingénierie complexes et évolutifs et de concevoir des systèmes, des composants ou des processus qui répondent aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publiques, des aspects législatifs et réglementaires, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales.	4.1 Identifier les besoins, requis et fonctions			
	4.2 Modéliser les éléments à concevoir			
	4.3 Procéder à la conception			
	4.4 Considérer les relations systémiques internes/externes			
	4.5 Évaluer et itérer			
	4.6 Innover dans sa conception			
5 Utilisation d'outils d'ingénierie : capacité de créer et de sélectionner des techniques, des ressources et des outils d'ingénierie modernes et de les appliquer, de les adapter et de les étendre à un éventail d'activités simples ou complexes, tout en comprenant les contraintes connexes.	5.1 Évaluer et sélectionner les outils appropriés		x	
	5.2 Appliquer un outil d'ingénierie		x	
	5.3 Créer ou adapter un outil			
	5.4 Intégrer des outils			
6 Travail individuel et en équipe : capacité de fonctionner efficacement en tant que membre ou chef d'équipe, de préférence dans un contexte de travail multidisciplinaire.	6.1 Établir et remplir son rôle dans l'équipe			
	6.2 Interagir en équipe			
	6.3 Contribuer au fonctionnement de l'équipe			
	6.4 Contribuer à l'évolution de l'équipe			
7 Communication : habileté à communiquer efficacement des concepts d'ingénierie complexes, au sein de la profession et au public en général, notamment lire, rédiger, parler et écouter, comprendre et rédiger de façon efficace des rapports et de la documentation pour la conception, ainsi qu'énoncer des directives claires et y donner suite.	7.1 Lire et rédiger de la documentation			
	7.2 Préparer et donner une présentation			
	7.3 Adapter son discours selon la situation			
8 Professionnalisme : compréhension des rôles et des responsabilités de l'ingénieur dans la société, y compris le rôle essentiel de protection du public et l'intérêt public.	8.1 Reconnaître l'agir professionnel			
	8.2 Expliquer les rôles de l'ingénieur			
	8.3 Expliquer les responsabilités de l'ingénieur, y compris la protection du public			
9 Impact du génie sur la société et l'environnement : capacité à analyser les aspects sociaux et environnementaux des activités liées au génie, notamment comprendre les interactions du génie avec les aspects économiques et sociaux, la santé, la sécurité, les lois et la culture de la société; les incertitudes liées à la prévision de telles interactions; et les concepts de développement durable et de bonne gouvernance de l'environnement.	9.1 Connaître les principes du développement durable			
	9.2 Analyser l'impact socio-économique de son travail			
	9.3 Analyser l'impact de son travail sur l'environnement			
	9.4 Évaluer les risques et les incertitudes d'une situation			
10 Déontologie et équité : compréhension et respect des principes d'éthique et de responsabilité professionnelles, ainsi que d'équité.	10.1 Respecter le code de déontologie			
	10.2 Agir avec intégrité et de façon éthique			
	10.3 Traiter les situations de façon équitable			
11 Économie et gestion de projets : capacité à intégrer de façon appropriée les pratiques d'économie et d'affaires, comme la gestion de projets, des risques et du changement, dans l'exercice du génie, et de bien tenir compte des contraintes associées à ces pratiques.	11.1 Appliquer les principes économiques			
	11.2 Planifier et gérer un projet			
	11.3 Gérer les risques ou le changement			
12 Apprentissage continu : capacité à cerner et à combler ses propres besoins de formation dans un monde en constante évolution, et ce, de façon à maintenir sa compétence et à contribuer à l'avancement des connaissances.	12.1 Identifier et pallier les lacunes dans ses savoirs et ses savoir-faire			
	12.2 Identifier et combler ses besoins de formation			
	12.3 Identifier les besoins d'avancement des connaissances			