

Plan de cours

MEC1210 - Thermodynamique

Département de Génie Mécanique

Automne 2024

3 Crédits

Triplet horaire : 3-2-4

<https://moodle.polymtl.ca/course/view.php?id=980>

Coordonnées et disponibilités

Nom	Huu Duc Vo (enseignant et coordonnateur)
Bureau	C-318.9
Téléphone	(514) 340-4711 - Poste: 4196
Courriel	huu-duc.vo@polymtl.ca
Disponibilité	À déterminer
Salle	C-318.9

Description du cours

Définitions et unités: milieu continu, système, substance pure, état, paramètres, évolution, cycles. Formes d'énergie. Principe de conservation de masse et d'énergie. Réversibilité et irréversibilité. Chaleur massique. Entropie. Gaz parfait et réel. Évolutions utilisant un gaz parfait. Propriétés des substances pures : tables, diagrammes et logiciel de calcul. Analyse d'un cycle. Cycle de Carnot. Inégalité de Clausius. Second principe et production d'entropie. Cycles classiques de Rankine, Otto, Diesel et Brayton, cycles de réfrigération. Mélanges non réactifs, propriétés thermodynamiques des mélanges, psychrométrie

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
CA –N1	IN			IN	
7	8	9	10	11	12
Communication	Professionnalisme	Impacts soc. et environn.	Déontologie et équité	Économie et gestion de projets	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
Aucun	Aucun	GCH 1110

Objectifs d'apprentissage

Objectifs	Correspondance avec les qualités du BCAPG
<p>Le cours vise à :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Expliquer aux étudiants le premier et le second principe de la thermodynamique ○ Montrer l'utilisation des données thermodynamiques ○ Développer chez l'étudiant la capacité de faire des bilans énergétiques ○ Faire comprendre la notion d'entropie, sa relation avec le rendement d'une machine thermique et la faisabilité d'une évolution ○ Expliquer les cycles classiques de production et de consommation d'énergie ○ Initier les étudiants à l'analyse des systèmes de conversion d'énergie ○ Fournir aux étudiants des notions de base impliquant des mélanges non réactifs 	1 et 2
<p>Le projet vise à :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Schématiser un cycle thermodynamique pour en identifier les flux de matières et d'énergie à partir de systèmes réels ○ Évaluer les conditions thermodynamiques à différents points d'un cycle thermodynamique (gaz et mélanges) ○ Réaliser un bilan énergétique du système ○ Modéliser un système thermodynamique réel simple ○ L'apprentissage du logiciel EES (résolution d'équation) par son utilisation dans le cadre du projet. 	2 et 5

Utilité du cours

Ce cours est le premier cours de la chaîne thermo-fluide, qui présente aux étudiants des concepts fondamentaux. Ces notions leurs seront importantes dans les cours subséquents en thermo-fluide qui sont Chimie, Dynamique des fluides, Transmission de chaleur, Système de pompage, ventilation et compression (SPVC) ainsi pour que les orientations de 'Mécanique du bâtiment' et 'Énergie'. De plus, l'expertise acquise dans l'utilisation du logiciel EES, très bien adapté aux applications en thermo-fluide, sera utile aux étudiants pour le reste de leur formation.

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 (en moyenne). De plus, il y a six périodes de travaux dirigés (TD) de deux heures chacune ainsi que six périodes de projet de même durée. **Les dates des périodes de TD et projet sont indiquées sur le calendrier du trimestre qui suit (page 4).**

Des exercices/problèmes seront proposés aux étudiants, après les séances théoriques. Les étudiants doivent y travailler avant la prochaine période de TD, durant laquelle on discutera de la solution de certains de ces exercices/problèmes et/ou d'autres exemples pertinents. Cette préparation est nécessaire, car à chaque période de TD, les étudiants doivent **faire un problème** (et le remettre) **en classe pour lequel ils seront notés**.

Évaluation

NATURE	NOMBRE	Mode de réalisation (Individuel/équipe)	PONDÉRATION	DATE	QRD*
Contrôle périodique	1	Individuel	30%	lundi, 21 octobre (12h45-14h35)	1, 2
Mini-contrôles	2	Individuel	10%	voir calendrier du trimestre (p. 4)	1,2
Travaux de TD	6	Individuel	10%	voir calendrier du trimestre (p. 4)	1,2
Projet**	1	Équipe de 2	15%	voir calendrier du trimestre (p. 4)**	1, 2, 5
Examen final***	1	Individuel	35%	***	1, 2

* Qualité Requisite des Diplômés.es

** Rapport final à remettre au plus tard le 6 décembre, 2024

*** Date exacte à venir, durant la période des examens finaux (5-20 décembre, 2024)

Qualité(s) du BCAPG évaluée(s) dans ce cours	Évaluation utilisée (ou portion d'une évaluation)	Niveau de développement de la qualité
1	Note finale	1

Critères d'évaluation du projet

Voir site du projet

Personnes-ressources

Huu Duc Vo

Documentation

- o Notes de cours (disponibles sur sur moodle)
- o Livre de référence (**optionnel**) utilisé en classe et vendu à la Coopoly : Y. Cengel, M. Boles Mehmet Kanoğlu et M. Lacroix, "Thermodynamique, une approche pragmatique", 3^{ème} édition, Chenelière McGraw-Hill, 2019.

CALENDRIER TRIMESTRE D'AUTOMNE 2024

MOIS	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
	26 Cours (2) heures 1-2	27	28 Cours (1) heure 3	29	30 Cours (2)* heures 4-5
SEPTEMBRE	2 <i>Congé</i>	3	4 Cours (1) heure 6	5	6 Cours (2)* heures 7-8
	9 TD1 (2)**	10	11 Cours (1) heure 9	12	13 Projet (2)
	16 Cours (2) heures 10-11	17	18 Cours (1) heure 12	19	20 Cours (2)* heures 13-14
	23 TD2 (2)**	24	25 Cours (1) heure 15	26	27 Projet (2)
OCTOBRE	30 <i>Congé</i>	1 Cours (2) *** heures 16-17	2 Cours (1) heure 18 <u>mini-contrôle 1</u>	3	4 Cours (2)* heures 19-20
	7 TD3 (2)**	8	9 Cours (1) heure 21	10	11 Projet (2)
	14 <i>Semaine d'étude</i>	15	16	17	18
	21 contrôle périodique (en classe)	22	23 Cours (1) heure 22	24	25 Cours (2)* heures 23-24
	28 Cours (2) heures 25-26	29	30 Cours (1) heure 27	31	1 Projet (2)
NOVEMBRE	4 Cours (2) heures 28-29	5	6 Cours (1) heure 30	7	8 TD4 (2)
	11 Cours (2) heures 31-32	12	13 Cours (1) heure 33 <u>mini-contrôle 2</u>	14	15 Projet (2)
	18 Cours (2) heures 34-35	19	20 Cours (1) heure 36	21	22 TD5 (2)
	25 Cours (2) heures 37-38	26	27 Cours (1) heure 39	28	29 Projet (2)
DÉCEMBRE	2 TD6 (2)**	3	4	5	6 Soumission finale du projet

Note : Les chiffres entre parenthèses (2) indiquent les heures contact en classe.

* Arrangement spécial: cours théorique dans la salle de TD

** Arrangement spécial: TD dans la salle de cours théorique

*** Horaire du lundi

Heure	Matière	Sections du livre
1	Introduction	1.1
2-4	Notions de base et définitions Systèmes thermodynamiques, environnement, frontière, propriété, état, évolution, et équilibre thermodynamique, unités de masse, de longueur, de temps et de force, volume massique (spécifique), pression, température	1.2 à 1.12
5-8	Premier principe de thermodynamique La notion d'énergie Travail & chaleur Bilan d'énergie appliqué à un système fermé	2.1 à 2.6 4.1, 4.2
9-11	Propriétés des corps purs, simples et compressibles Relations : P - V - T Données thermodynamiques Gaz parfait	3.1 à 3.6, 4.3 à 4.5
12-17	Analyse des systèmes ouverts Conservation de la masse Conservation de l'énergie Écoulements permanents	5.1 à 5.4
18-21	Second principe de thermodynamique Énoncé du second principe Évolutions réversibles et irréversibles Corollaires du second principe L'échelle de température KELVIN Le cycle de CARNOT	6.1 à 6.9
22-27	L'entropie L'inégalité de CLAUSIUS Entropie d'un corps pur L'évolution isentropique Bilan d'entropie Rendement isentropique	7.1 à 7.13
28-33	Les cycles thermodynamiques à gaz Le cycle classique de RANKINE Cycle classique OTTO Cycle classique de DIESEL Cycle théorique de BRAYTON Les turbines a gaz Cycles de réfrigération	10.1 à 10.6, 9.3 à 9.5, 9.7 à 9.10, 11.1 à 11.4
34-39	Mélanges non-réactifs Propriétés thermodynamiques des mélanges Psychrométrie	13.1 à 13.3 14.1 à 14.5

Charge de travail***

- Heure de présence en classe (incluant contrôles) : 5 x 13 = 65heures
- 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

	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	CA-N1
		1.2 Démontrer des connaissances de base en génie	CA-N1
		1.3 Démontrer des connaissances avancées en génie	CA-N1
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	IN
		2.2 Explorer des approches de résolution et planifier la démarche	IN
		2.3 Conceptualiser ou modéliser le problème	IN
		2.4 Produire des résultats	IN
		2.5 Valider ses résultats et recommander	
		2.6 Analyser l'incertitude, la sensibilité et les limites des approches	
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	
		3.2 Faire la revue de la documentation existante	
		3.3 Planifier et préparer des essais	
		3.4 Exécuter l'expérimentation	
		3.5 Analyser les résultats expérimentaux	
		3.6 Vérifier les hypothèses et argumenter	
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	
		5.2 Appliquer un outil d'ingénierie	IN
		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	Professionalisme : 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 gestion 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 palier 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	