

Plan de cours

ELE8459 (IGEE 409) - Protection des réseaux électriques

Département Électrique

Hiver 2024

3 Crédits

3 - 1.5 - 4.5

[Moodle](#)

Chargé de cours et travaux pratiques

Nom	Rémi Hallé (BBA)
Téléphone	(450) 464-2111
Courriel	remi.halle@bba.ca
Disponibilité	Durant les périodes de cours à l'horaire ou sur appel Teams à coordonner par courriel
Nom	Daniel Huard (BBA)
Téléphone	(450) 464-2111
Courriel	daniel.huard@bba.ca
Disponibilité	Durant les périodes de TP à l'horaire ou sur appel Teams à coordonner par courriel
Nom	Sylvain Pronovost (BBA)
Téléphone	(450) 464-2111
Courriel	sylvain.pronovost@bba.ca
Disponibilité	Durant les périodes de cours à l'horaire ou sur appel Teams à coordonner par courriel
Nom	Stephan Picard (BBA)
Téléphone	(450) 464-2111
Courriel	stephan.picard@bba.ca
Disponibilité	Durant les périodes de cours à l'horaire ou sur appel Teams à coordonner par courriel
Nom	Raphaël Beaulieu (BBA)
Téléphone	(450) 464-2111
Courriel	raphael.beaulieu@bba.ca
Disponibilité	Durant les périodes de cours à l'horaire ou sur appel Teams à coordonner par courriel

Responsable du cours

Nom	Antoine Lesage-Landry (Polytechnique)
Courriel	antoine.lesage-landry@polymtl.ca

Description du cours

Rappel de notions d'analyse de circuits triphasés et des composantes symétriques. Calcul des niveaux de défaut, rôle des différents types de protection. Mise à la terre des réseaux. Modélisation des équipements de puissance et calcul des courants de court-circuit. Technique de mesure. Protection contre les surintensités ; protection des dispositifs statiques, magnétiques et électromécaniques.

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

COURS PREALABLES	COURS COREQUIS	COURS SUBSEQUENTS
ELE8452 – Réseaux électriques, ou ELE8411 – Études des grands réseaux électriques	Aucun	Aucun

Objectifs d'apprentissage

Objectifs	Correspondance avec les qualités du BCAPG
D'acquérir les connaissances de base des systèmes de protection des réseaux électriques et de leurs équipements	Qualité 1
De connaître les applications sur les principaux types d'équipements	Qualités 1 et 2
De se familiariser avec les différentes techniques de calcul et de simulation pour les études de systèmes de protection	Qualités 1, 2, 3 et 5
D'apprécier l'évolution technologique des systèmes de protection jusqu'aux techniques les plus modernes	Qualités 1 et 2

Utilité du cours

Ce cours permettra d'acquérir les notions de base requises pour mieux comprendre la philosophie des systèmes de protection et d'affronter la réalité quotidienne d'un ingénieur. Il s'agit bien sûr d'une base incontournable pour ceux qui poursuivront leur carrière dans le domaine de l'énergie électrique.

Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

Les diverses méthodes d'enseignement utilisées dans ce cours sont :

- l'enseignement magistral
- le travail en équipe
- le travail personnel

Évaluation

NATURE	NOMBRE	Mode de réalisation (Individuel/équipe)	PONDÉRATION	DATE	QRD*
Devoirs	3	Équipe	15 %	Voir calendrier	
Travaux pratiques	4	Équipe	15 %	Voir calendrier	
Examen mi-session	1	Individuel	30 %	Voir calendrier	
Examen fin session	1	Individuel	40 %	Selon l'horaire de Polytechnique pour les examens finaux	

* Qualité Requise des Diplômés

- Les dates de remise des devoirs et travaux pratiques ainsi que seront indiquées sur la documentation fournie sur le site du cours;

Critères d'évaluation

Les critères d'évaluations seront indiqués dans les énoncés de devoirs, travaux pratiques et d'examen.

Documentation

La documentation présentée pendant les cours sera disponible sur le site du cours.

Les manuels suivants sont non requis pour la réalisation du cours. Les étudiants désirants approfondir le protection des réseaux peuvent utiliser ces références :

- J. Lewis Blackburn, « Protective Relaying, Principles and Applications », Fourth Edition, Marcel Dekker Inc, New York, 2014
- IEEE Standard 242-2001 (Buff Book): Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems.

Calendrier des rencontres

Semaine	Date	9h30 – 12h20 Local : L-1720	13h45 – 16h30 Local : A-328
1	11 janvier	CH01 - Introduction à la protection des réseaux CH02 - Calcul des courants de court-circuit triphasé Rémi Hallé	Devoir et Travaux pratiques 1 Calcul de court-circuit triphasé Daniel Huard
2	18 janvier	CH03 - Mise à la terre des réseaux Sylvain Pronovost	
3	25 janvier	CH02 - Calcul des courants de court-circuit monophasé Rémi Hallé	Devoir et Travaux pratiques 2 Calcul de court-circuit monophasé Daniel Huard
4	1 février	CH04 - Transformateurs de mesures Sylvain Pronovost	
5	8 février	CH05 - Protection des surintensités Rémi Hallé	
6	15 février	CH06 - Protection de transformateurs Rémi Hallé	
7	22 février	EXAMEN MI-SESSION Rémi Hallé	Énoncé Devoir 3 sur le site (aucune séance au A328)
8	29 février	CH07 - Protection de lignes Rémi Hallé	
9	7 mars	Période de relâche	
10	14 mars	CH08 - Protection des alternateurs Rémi Hallé	Travaux pratiques 3 Protections d'appareillage Daniel Huard
11	21 mars	CH09 - Relais numériques Stéphan Picard	
12	28 mars	CH10 - Système de commande et protection Stéphan Picard	Travaux pratiques 4 Relais de protection Stéphan Picard
13	4 avril	CH11 - Réseaux d'énergie intelligents I Raphaël Beaulieu	
14	11 avril	CH12 - Réseaux d'énergie intelligents II Raphaël Beaulieu	
		EXAMEN FIN SESSION (Date, heure et local selon l'horaire des examens finaux)	

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 : <https://www.polymtl.ca/bipcv/>

Qualités requises des diplômé.es par le BCAPG

* : 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	AP
		1.2 Démontrer des connaissances de base en génie	AP
		1.3 Démontrer des connaissances avancées en génie	AP
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	AP
		2.2 Explorer des approches de résolution et planifier la démarche	AP
		2.3 Conceptualiser ou modéliser le problème	AP
		2.4 Produire des résultats	AP
		2.5 Valider ses résultats et recommander	AP
		2.6 Analyser l'incertitude, la sensibilité et les limites des approches	AP
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	AP
		3.2 Faire la revue de la documentation existante	AP
		3.3 Planifier et préparer des essais	AP
		3.4 Exécuter l'expérimentation	AP
		3.5 Analyser les résultats expérimentaux	AP
		3.6 Vérifier les hypothèses et argumenter	AP
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	AP
		5.2 Appliquer un outil d'ingénierie	AP
		5.3 Créer ou adapter un outil	AP
		5.4 Intégrer des outils	AP
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		8.1 Reconnaître l'agir professionnel	

	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.	8.2 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 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	