



S'IMPOSER PARMI LES PLUS BRILLANTS INGÉNIEURS

PARTENAIRES UNIVERSITAIRES

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE | POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ CONCORDIA | UNIVERSITÉ LAVAL | UNIVERSITÉ MCGILL
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE | UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI | UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
À TROIS-RIVIÈRES | UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN OUTAOUAIS
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

PARTENAIRES INDUSTRIELS



L'Institut en génie de l'énergie électrique (IGEE) regroupe onze universités et dix-neuf partenaires industriels, dont Hydro-Québec, qui collaborent pour offrir une formation sur mesure répondant aux besoins actuels et futurs de l'industrie de l'énergie électrique.



Exigences académiques

Le programme de formation de l'IGEE s'adresse aux étudiants et aux étudiantes de 4^e année du baccalauréat en génie électrique et comporte 3 cours obligatoires, 2 cours à option et un projet de fin d'études sur un sujet en génie de l'énergie électrique. L'étudiant doit prendre 2 cours en français et 2 cours en anglais. Le respect de ces exigences donne une priorité lors de la sélection.

Bourses d'études

Hydro-Québec et les partenaires industriels offrent chaque année plus de 25 bourses d'études, d'une valeur de 3 000 \$ à 5 000 \$, aux étudiant(e)s sélectionné(e)s de l'IGEE.

Conditions d'admission

Pour se qualifier au programme 2023-2024 de l'IGEE, l'étudiant(e) doit :

- être inscrit(e) à temps plein dans un programme de baccalauréat en génie électrique d'une université membre de l'IGEE;
- être citoyen(ne) canadien(ne) ou avoir le statut de résident permanent;
- avoir une moyenne cumulative d'au moins 2,50 sur 4,33 au moment de la demande;
- avoir complété un minimum de 70 crédits et un maximum de 100 crédits de ce programme à la fin de la session d'hiver 2023;
- avoir complété au moins 60 crédits de ce programme dans une université membre de l'IGEE à la fin de la session d'hiver 2023;
- avoir complété le cours de base GEL-2003 à une université membre de l'IGEE avant la session d'automne 2023;
- être en mesure de pouvoir compléter ce baccalauréat au plus tard le 31 décembre 2024.

Date limite pour déposer un dossier
de candidature pour 2023-2024

5 avril 2023

Pour information supplémentaire et formulaire de demande d'admission :
Département de génie électrique et de génie informatique de l'Université Laval

Institut en génie de l'énergie électrique (IGEE)
Description du programme de formation de 1^{er} cycle – 2023-2024
Université Laval

Critères d'admission

Pour se qualifier au programme de l'IGEE, le candidat doit :

- être inscrit à plein temps au programme de génie électrique;
- être citoyen canadien ou avoir le statut de résident permanent;
- posséder une moyenne cumulative d'au moins 2,50 sur 4,33;
- avoir complété le cours **GEL-2003 - Électrotechnique**, ou le cours Électrotechnique de base à une université membre de l'IGEE, avant le début de la formation IGEE;
- avoir dans son dossier au minimum 70 crédits et au maximum 100 crédits reconnus au programme de génie électrique de l'Université Laval à la fin de la session où la demande d'admission est déposée, dont au minimum 60 crédits doivent être réussis dans une université membre de l'IGEE;
- terminer son programme à la fin d'une des sessions suivantes, soit hiver 2024, été 2024 ou automne 2024, au plus tard le 31 décembre 2024;
- s'inscrire dans les cours spécifiés de la concentration Énergie électrique.

Critères de sélection

Le nombre d'étudiants retenus est sujet à une entente spécifique entre l'Université Laval et l'Institut en génie de l'énergie électrique. Les critères de sélection tiennent compte de la moyenne cumulative et du profil du candidat. Les candidats retenus sont invités à participer, sur une base volontaire, au processus de sélection des boursiers mis en place par Hydro-Québec et les autres partenaires industriels.

Curriculum de formation

Tous les étudiants doivent suivre obligatoirement au moins cinq (5) cours définis dans le programme de formation en génie de l'énergie électrique, dont deux (2) cours en français et deux (2) cours en anglais. Le respect de ces exigences donne une priorité lors de la sélection.

Liste des cours de spécialisation obligatoires :

Groupe 1 - Cours obligatoires (3 de 3)			
401	Power Electronic Systems*	GEL-4102 ou GEL-7013	Électronique de puissance
402	Power Systems Analysis*	GEL-4150 ou GEL-7040	Réseaux électriques
405	Systèmes électromécaniques	GEL-3001	Machines électriques
Groupe 2 – Cours optionnels (2 de 8)			
404	Commande des processus industriels	GEL-4100 ou GEL-7063	Commande industrielle
407	Comportement des réseaux électriques (Prérequis : IGEE 402)	GEL-3301	Comportement des réseaux électriques (Prérequis : IGEE 402)
408	Électricité industrielle	GEL-4151 ou GEL-7020	Exploitation de l'énergie électrique
409	Protection des réseaux électriques (Prérequis : IGEE 402)	GEL-3302	Protection des réseaux électriques (Prérequis : IGEE 402)
410	Appareillage électrique (Prérequis : IGEE 402)	GEL-3150	Appareillage électrique et matériaux (Prérequis : IGEE 402)
416	Réseaux de distribution (Prérequis : IGEE 402)	GEL-3100	Réseaux de distribution (Prérequis : IGEE 402)
418	Electrical Power Generation* (Prérequis : IGEE 402)	GEL-3010	Production de l'énergie électrique (Prérequis : IGEE 402)
419	Méthodes d'optimisation et d'apprentissage pour les réseaux électriques	GEL-3110	Méthodes d'optimisation et d'apprentissage pour les réseaux électriques
Groupe 3			
421	Projet de fin d'études ou projet intégrateur **	GEL-3020 GEL-3021	Design IV (synthèse –définition du projet) Design IV (synthèse –réalisation du projet)

* L'IGEE offre ces cours en anglais.

** L'étudiant doit faire un projet de Design IV sur un sujet en génie de l'énergie électrique.

DESCRIPTION DES COURS IGEE

Année académique 2023-2024

COURS OBLIGATOIRES (3)

<p>IGEE 401 – Power Electronic Systems (Dispositifs d'électronique de puissance)</p>	<p>Introduction to power electronic systems: The role of power electronics and the main domains of application. Power semiconductor switches and implementation techniques; main characteristics and data sheet parameters of different power switches; fundamentals of thermal modeling and thermal calculations; cooling techniques. Single phase and three-phase AC controllers with resistive and inductive loads; principle of a Thyristor Controlled Reactor (TCR) and of a Thyristor Switched Capacitor (TSC). Single phase and three-phase diode and thyristor rectifiers; calculation of main electrical quantities in view of the converter design; line-assisted inverters; association of line frequency sub-converters; industrial applications. Buck and boost DC-DC converters; analysis of main waveforms and calculation of main quantities; classification of DC-DC converters according to the range of operation in different quadrants; industrial applications. Types of DC-AC converters (inverters) and switch control schemes; the sinusoidal PWM control scheme; single phase and three-phase inverters; calculation of main parameters in view of the design; industrial applications. Fundamentals of converter controls, harmonic filtering, power quality and EMC. Conventional High power DC transmission (HVDC); principles of power flow control, harmonic filtering and power factor correction. Utility applications: SVC, STATCOM, renewable, grid tied inverters.</p>
<p>IGEE 402 – Power System Analysis (Réseaux électriques)</p>	<p>Power system fundamentals: Structure, building blocks, principal design objectives and operating criteria. AC three-phase circuit analysis: notions of power, balanced three-phase systems. Power transformers: equivalent circuits, per-unit calculations, operation. Symmetrical components: Fortescue transformation and sequence networks. Transmission lines: parameters, models for balanced operation, compensation. Power flow analysis: problem formulation, solution techniques, power flow control. Distribution networks: operation, limits. Economical aspects in power systems: design, operation, optimal power flow. Basic models for synchronous machines. Introduction to power system stability and control. Introduction to power system protection.</p>
<p>IGEE 405 – Systèmes électromécaniques (Electromechanical Energy Conversion)</p>	<p>Révision des circuits magnétiques de base. Principe de production du couple électromagnétique basé sur la variation de l'énergie. Transformation de Park appliquée aux machines électriques. Machine asynchrone triphasée; caractéristiques structurelles de la machine et étude des classes; principe du champ tournant; circuit équivalent dans le domaine des phases et qd_0; fonctionnement en régime sinusoïdal. Identification des paramètres basée sur la norme IEEEStd112-1996. Introduction à la commande vectorielle de la machine asynchrone. Caractéristiques structurelles des machines à courant continu. Études des caractéristiques couple-vitesse pour différentes configurations (shunt, série). Caractéristiques structurelles de la machine synchrone à pôles lisses et saillants; modélisation en régime permanent en mode générateur et en mode moteur; compensation synchrone; présentation du modèle dynamique dans le référentiel qd_0. Étude de l'impact de la saillance sur le couple et la puissance. Caractéristiques structurelles des machines synchrones à aimant permanent; modélisation dans le domaine des phases et qd_0. Introduction à la commande vectorielle de la machine synchrone à aimant permanent ainsi qu'à la modulation vectorielle.</p>

COURS OPTIONNELS (2 de 8)

<p>IGEE 404 – Commande des processus industriels (Control of Industrial Processes)</p>	<p>Introduction aux systèmes de commande : Éléments de base, structure centralisée et décentralisée. Automates programmables : Structure, fonctionnement, projet d'automatisation. Étude de cas : Architecture de commande, de télésurveillance et de télémaintenance à Hydro-Québec. Modélisation et représentation mathématique des systèmes. Méthodes d'identification des paramètres d'un système. Systèmes de commande en boucle fermée : Méthodes fréquentielles, retour d'état, commande modale, estimation d'état. Système de commande d'un réseau électrique. Modèle linéaire de la machine synchrone et du système d'excitation. Les fonctions du gouverneur et des stabilisateurs de réseaux. Conception des systèmes de commande des réseaux électriques : Étude de cas et projet.</p>
<p>IGEE 407 – Comportement des réseaux électriques (Advanced Power System Analysis) Prérequis : IGEE 402, IGEE 405</p>	<p>Classification des phénomènes sur un réseau électrique. Introduction aux méthodes et outils de simulation. Phénomènes transitoires électromagnétiques. Introduction au logiciel EMTP. Modélisation avancée des lignes de transport. Modélisation des équipements : Parafoudres, transformateurs, disjoncteurs et systèmes électroniques de puissance. Surtensions : Manœuvre, temporaire, foudre, ferro-résonance. Coordination d'isolement. Écoulement de puissance multiphasé. Représentation des machines synchrone et asynchrone dans les études de stabilité. Survol des systèmes d'excitation. Stabilité de tension, stabilité d'angle, stabilité transitoire, stabilité petit signal. Méthodes numériques. Techniques d'analyse par le critère des aires. Contrôle de fréquence et contrôle de tension. Stabilité en relation avec les systèmes de contrôle. Méthodes d'amélioration de la stabilité.</p>
<p>IGEE 408 – Électricité industrielle (Industrial Power Systems)</p>	<p>Structure des réseaux électriques industriels. Appareillage industriel. Harmoniques. Impact des entraînements à vitesse variable. Qualité de l'onde : Déséquilibre, normes. Condensateurs et filtres. Installations électriques : Codes et normes, exigences de raccordement au réseau. Mise à la terre industrielle. Court-circuit, protection et coordination des installations industrielles. Facteur de puissance : Compensation. Tarification et gestion de l'énergie.</p>
<p>IGEE 409 – Protection des réseaux électriques (Power System Protection) Prérequis : IGEE 402</p>	<p>Généralités sur les systèmes de protection. Calcul des niveaux de défaut et de courant de court-circuit. Mise à la terre des réseaux : Techniques. Techniques de mesure. Transformateurs de mesure. Protection des surintensités de ligne. Protection des lignes : Critères de coordination, gradins, philosophies de protection. Protections de transformateurs. Protection des alternateurs. Intégration des systèmes numériques de protection.</p>
<p>IGEE 410 – Appareillage électrique (Electrical Power Equipment) Prérequis : IGEE 402</p>	<p>Composants d'un réseau de transport. Matériaux magnétiques : Propriétés, pertes, types, propriétés thermiques et mécaniques, caractérisation, aimants. Matériaux conducteurs : Propriétés, pertes, isolation, essais et applications. Matériaux diélectriques : Propriétés, pertes, claquage et performances, contraintes, essais. Inductances : Construction et dimensionnement. Conception 3D des installations électriques. Transformateurs : Construction et dimensionnement. Équipements de compensation capacitive shunt et série. Condensateurs de compensation : Construction et protection. Isolateurs : Construction et dimensionnement. Étude statistique des surtensions et risques de contournement. Construction des lignes et câbles. Mise à la terre, pylônes et isolation. Disjoncteurs : Fonctionnement, dimensionnement, et différentes techniques de coupure. Sectionneurs : Fonctionnement et dimensionnement. Parafoudres : Construction, fonctionnement et dimensionnement. Mise à la terre de l'appareillage.</p>

COURS OPTIONNELS (2 de 8) - SUITE

<p>IGEE 416 – Réseaux de distribution (Power Distribution Network) Prérequis : IGEE 402</p>	<p>Les réseaux de distribution d'électricité. Concepts de base. Lignes et câbles de distribution, caractéristiques physiques. Réseau de neutre. Techniques de protection des réseaux de distribution. Coordination de la protection, défaillance des équipements. Continuité de service, normes, étendu et durée des pannes. Architectures de réseau. Production distribuée, études d'intégration au réseau protection. Qualité de l'onde, exigences de raccordement, harmoniques, creux de tension papillotement. Logiciels d'analyse des réseaux de distribution, écoulement de puissance déséquilibré, régime perturbé.</p>
<p>IGEE 418 – Electrical Power Generation (Production de l'énergie électrique) Prérequis : IGEE 402</p>	<p>Primary energy resources, conventional and renewable. Electric power generation principles. Synchronous generators, design, implementation, commissioning and operation. Frequency and voltage control. Generation control, economic operation and planning. Static power converter interfaces, principles and operation. Wind energy conversion principles, generator control and wind farm control. Energy storage control and integration. Generation protection requirements. Generation interconnection requirements and grid codes.</p>
<p>IGEE 419 – Méthodes d'optimisation et d'apprentissage pour les réseaux électriques (Optimization and learning methods for electrical networks)</p>	<p>Introduction aux méthodes d'optimisation et d'apprentissage pour la gestion, l'opération et la planification des réseaux électriques modernes. Optimisation convexe : écoulement de puissance optimal et relaxations convexes. Optimisation en nombres entiers : planification de la production (unit commitment), reconfiguration du réseau et planification de l'expansion du réseau de transport. Optimisation stochastique et robuste : écoulement de la puissance et planification de la production en présence d'énergie renouvelable. Apprentissage supervisé. Régression linéaire : formulation, identification de la topologie du réseau et estimation de l'état du réseau. Classification : K plus proche voisins ($K - NN$), régression logistique, machine à vecteur de support (SVM) et reconfiguration automatique du réseau. Réseaux neuronaux : formulation, identification des défauts des lignes et des fautes dans le réseau, approximation de fonctions. Apprentissage non supervisé. Méthode de groupement : K-moyenne et identification des profils de consommation. Apprentissage par renforcement : programmation dynamique, Q-learning, SARSA, tarification dynamique (temps réel et tarif critique), gestion de la demande avec charge thermostatique, opération d'unité de stockage. À noter qu'une maturité mathématique ainsi qu'une connaissance de base de Python sont requises pour ce cours.</p>

IGEE - Concentration Énergie électrique / Power Engineering Concentration
Année académique 2023-2024

Horaire Automne 2023 - Schedule Fall 2023

Sigle IGEE	IGEE 401	IGEE 404	IGEE 402	IGEE 405
Titre IGEE	Power Electronic Systems	Commande des processus industriels	Power Systems Analysis	Systèmes électromécaniques
Sigle Poly	ELE8451	ELE4202	ELE8452	ELE8455
Titre Poly	Dispositifs d'électronique de puissance	Commande des processus industriels	Réseaux électriques	Systèmes électromécaniques
Responsabilité	IGEE - Concordia	IGEE - Poly	IGEE - McGill	IGEE - ÉTS
Professeur	À confirmer	Richard Gourdeau	François Bouffard	Handy Fortin Blanchette
Endroit	IGEE	IGEE	IGEE	IGEE
Langue	Anglais	Français	Anglais	Français
Horaire/Cours	Lundi 9 h 30 - 12 h 20	Mardi 8 h 30 - 11 h 20	Mercredi 9 h 30 - 12 h 20	Jeudi 9 h 30 - 12 h 20
Horaire/Lab	Lundi 13 h 45 - 16 h 35	Mardi 12 h 45 - 15 h 35 15 h 45 - 18 h 35	Mercredi 13 h 45 - 16 h 35	Jeudi 13 h 45 - 16 h 35

Horaire Hiver 2024 - Schedule Winter 2024

Sigle IGEE	IGEE 416	IGEE 418	IGEE 407	IGEE 408	IGEE 410	IGEE 409	IGEE 419
Titre IGEE	Réseaux de distribution	Electrical Power Generation	Comportement des réseaux électriques	Électricité industrielle	Appareillage électrique	Protection des réseaux électriques	Méthodes d'optimisation et d'apprentissage pour les réseaux électriques
Sigle Poly	ELE8456	ELE8461	ELE8457	ELE8458	ELE8460	ELE8459	ELE8453
Titre Poly	Réseaux de distribution	Production de l'énergie électrique	Comportement des réseaux électriques	Électricité industrielle	Appareillage électrique	Protection des réseaux électriques	Méthodes d'optimisation et d'apprentissage pour les réseaux électriques
Responsabilité	IGEE - Poly et industrie	IGEE - McGill et industrie	IGEE - Poly	IGEE - Poly	IGEE - McGill et industrie	IGEE - Poly et industrie	IGEE - POLY
Professeur	Maxime Berger Gaétan Quevillon	François Bouffard	Jean Mahseredjian	Khaled Arfa	Yves Brissette Sébastien Poirier et industrie François Bouffard (coordonnateur)	Rémi Hallé, BBA et industrie Antoine Lesage-Landry (coordonnateur)	Antoine Lesage-Landry
Endroit	IGEE	IGEE	IGEE	IGEE	IGEE	IGEE	IGEE
Langue	Français	Anglais	Français	Français	Français	Français	Français
Horaire/Cours	Lundi 9 h 30 - 12 h 20	Lundi 9 h 30 - 12 h 20	Mardi 9 h 30 - 12 h 30	Mardi 9 h 30 - 12 h 30	Mercredi 9 h 30 - 12 h 20	Jeudi 9 h 30 - 12 h 20	Jeudi 9 h 30 - 12 h 20
Horaire/Lab	Lundi 13 h 45 - 16 h 35	Lundi 13 h 45 - 16 h 35	Mardi 13 h 45 - 16 h 35	Mardi 13 h 45 - 16 h 35	Mercredi 13 h 45 - 16 h 35	Jeudi 13 h 45 - 16 h 35	Jeudi 13 h 45 - 16 h 35

Le programme IGEE comprend un minimum de cinq (5) cours pris dans la banque des 11 cours indiqués :

- ◆ Les trois (3) cours obligatoires sont : IGEE 401, IGEE 402 et IGEE 405.
- ◆ Choisir deux (2) autres cours parmi les huit (8) cours à option suivants : IGEE 404, IGEE 407, IGEE 408, IGEE 409, IGEE 410, IGEE 416, IGEE 418 et IGEE 419.
- ◆ Les cours IGEE 416 et IGEE 418 sont offerts le même jour (lundi) - l'étudiant peut choisir l'un ou l'autre afin d'éviter des conflits d'horaire.
- ◆ Les cours IGEE 407 et IGEE 408 sont offerts le même jour (mardi) - l'étudiant peut choisir l'un ou l'autre afin d'éviter des conflits d'horaire.
- ◆ Les cours IGEE 409 et IGEE 419 sont offerts le même jour (jeudi) - l'étudiant peut choisir l'un ou l'autre afin d'éviter des conflits d'horaire.

L'étudiant doit suivre deux (2) cours en français et deux (2) cours en anglais.

L'étudiant doit prendre au moins un (1) cours dans les locaux de l'IGEE situés à Polytechnique Montréal.

L'étudiant d'une université du Québec en région doit prendre un minimum de trois (3) cours à l'IGEE.

Formation de 1^{er} cycle – Recrutement pour l'année académique 2023-2024
Formulaire de demande d'admission à l'IGEE

MATRICULE : _____

UNIVERSITÉ LAVAL

Nom de famille : _____

Prénom : _____

Mme M.

Adresse : _____

App : _____

Ville et province : _____

Code postal : _____

Téléphone (rés.) : _____

Téléphone (cell.) : _____

Courriel : _____

Autre courriel : _____

Citoyen canadien :

Résident permanent :

**Joindre copie recto-verso de votre
carte de résident permanent**

Déclaration d'intention :

Je sou mets ma candidature pour le programme 2023-2024 de formation 1^{er} cycle en énergie électrique offert par **l'Université Laval** et **l'Institut en génie de l'énergie électrique**. Si admis(e), j'entends m'inscrire et suivre le plan d'études apparaissant dans le cheminement académique de la formation en énergie électrique (voir ci-joint le formulaire « **choix de cours** » que j'ai complété). J'entends aussi participer, sur une base volontaire, au processus de sélection des boursiers mis en place par Hydro-Québec et les autres partenaires industriels de l'IGEE.

Je m'engage à suivre au moins un (1) cours dans les locaux de l'Institut (Polytechnique Montréal).

J'obtiens mon diplôme à la session **Hiver 2024** **Été 2024** **Automne 2024**

Signature du candidat : _____

Date : _____

Veillez faire parvenir votre demande d'admission, accompagnée de votre plus récent relevé de notes, d'un curriculum vitae (max. 2 pages) et d'une lettre d'intention (une page), avant le 5 avril 2023, à :

Monsieur Paul Fortier, directeur
Département de génie électrique et génie informatique
Université Laval
Pavillon Adrien-Pouliot
1065, avenue de la Médecine – bureau du secrétariat – local 1300
Québec (Québec) G1K 7P4

FORMULAIRE CHOIX DE COURS IGEE
Formation de 1^{er} cycle – Recrutement pour l'année académique 2023-2024

	Sigle IGEE	Titre du cours	Sigle LAVAL	Cours suivi à la session	Endroit (Nom de l'université)
Groupe 1 Cours obligatoires (3 de 3)	401	Power Electronic Systems	GEL-4102 ou GEL-7013		
	402	Power Systems Analysis	GEL-4150 ou GEL-7040		
	405	Systèmes électromécaniques	GEL-3001		
Groupe 2 Cours optionnels (2 de 8)	404	Commande des processus industriels	GEL-4100 ou GEL-7063		
	407	Comportement des réseaux électriques <i>(Prérequis : IGEE 402)</i>	GEL-3301		IGEE (Poly)
	408	Électricité industrielle	GEL-4151 ou GEL-7020		
	409	Protection des réseaux électriques <i>(Prérequis : IGEE 402)</i>	GEL-3302		IGEE (Poly)
	410	Appareillage électrique <i>(Prérequis : IGEE 402)</i>	GEL-3150		IGEE (Poly)
	416	Réseaux de distribution <i>(Prérequis : IGEE 402)</i>	GEL-3100		IGEE (Poly)
	418	Electrical Power Generation <i>(Prérequis : IGEE 402)</i>	GEL-3010		IGEE (Poly)
	419	Méthodes d'optimisation et d'apprentissage pour les réseaux électriques	GEL-3110		IGEE (Poly)
Groupe 3	421	Projet de fin d'études	GEL-3005		

Choisir un minimum de cinq (5) cours incluant les trois (3) cours obligatoires du programme IGEE. Si vous avez des changements à vos choix de cours, prière de joindre ce document à votre formulaire d'acceptation de l'IGEE.

NOM : _____

UNIVERSITÉ LAVAL

J'obtiens mon diplôme à la session

Hiver 2024

Été 2024

Automne 2024