

Sigle : GEN1763 Gr. 01**Titre : Réseaux intelligents****Session : Hiver 2025 Horaire et local****Professeur : Rezkallah, Miloud****1. Description du cours paraissant à l'annuaire :****Objectifs**

Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure de comprendre les enjeux des systèmes de distribution électrique utilisant les réseaux intelligents (Smart Grid) afin d'optimiser un système énergétique.

Contenu

Efficacité énergétique apportée par un réseau intelligent en matière de production, de distribution, de stockage et de transmission de l'électricité. Théories, technologies, conception et mise en œuvre d'un réseau intelligent : communication, compteurs intelligents, contrôle de systèmes énergétiques. Gestion énergétique dans les bâtiments. Application des réseaux intelligents aux véhicules électriques et hybrides. Retombées en matière d'énergie durable. Production décentralisée, gestion de nouvelles sources d'énergie. Enjeux techniques liés à la distribution : pannes électriques, automatisation, efficacité électrique.

Descriptif – Annuaire

2. Objectifs spécifiques du cours :

Le cours couvre 6 des 12 qualités requises des diplômé(e)s telle que définies dans les normes d'agrément des programmes de génie au Canada. (<http://www.engineerscanada.ca/fr/ressources-en-matiere-dagrément>) :

a. Qualité 1 : Connaissances en génie**b. Qualité 2 : Analyse de problèmes****c. Qualité 3 : Investigation****d. Qualité 4 : Conception****e. Qualité 7 : Communication****f. Qualité 9 : Impact du génie sur la société**

Les qualités 1, 3, 4 et 9 sont mesurées dans ce cours pour fins de rétroaction.

Objectifs spécifiques	Qualité	Indicateurs	Introduit	Développé	Appliqué
• Approfondir les connaissances sur les réseaux électriques intelligents, ainsi que sur les normes et standards liés au contrôle, à la gestion, à la communication et à la protection des infrastructures électriques contre les menaces et les cyberattaques. • Investiguer les techniques de communication et de mesure dans les réseaux électriques intelligents. • Modéliser et analyser les éléments physiques des réseaux électriques intelligents. • Mettre en œuvre des techniques et des méthodes pour une gestion optimisée et intelligente de l'énergie.	4	1. Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme.		X	
	3	2. Mettre en œuvre des investigations documentaires, des expériences et/ou des prototypes.			X
	3	3. Faire une analyse critique des résultats pour parvenir à des conclusions et en évaluer la validité.			X

• Mettre en œuvre des techniques de gestion des charges en temps réel. • Applique des techniques pour l'optimisation de l'emplacement et la gestion de l'énergie pour les bornes de recharges. • Appliquer des techniques et des modèles mathématiques pour analyser et détecter les attaques et les anomalies dans un réseau intelligent. • Appliquer des techniques pour détecter et améliorer la qualité de l'énergie.					
• Appliquer des méthodes de conception aux réseaux intelligents. • Créer des modèles numériques pour les différents actifs physiques des réseaux intelligents. • Mettre en œuvre et tester, par simulation, des solutions pour la gestion de la charge, de l'énergie, de la stabilité, ainsi que pour la détection des cyberattaques et des anomalies dans les réseaux intelligents.	4	3. Créer des modèles, simulations, prototypes, et faire des tests.			X
• L'optimisation et la gestion de l'énergie dans les réseaux intelligents permettent de réduire l'utilisation inutile de l'énergie, ce qui diminue indirectement l'impact sur l'environnement. • L'intégration flexible des sources d'énergie renouvelables du côté des consommateurs, ainsi que la gestion des flottes de véhicules électriques, favorisera une meilleure gestion des ressources naturelles, contribuant ainsi à la durabilité. • La sécurisation des infrastructures énergétiques contre les cyberattaques permet de prévenir les pannes majeures et de garantir la continuité des services essentiels.	9	2. Décrire l'impact d'activités liées au génie sur l'environnement dans le respect du cadre législatif en vigueur.			X

3. Stratégies pédagogiques :

- Cours magistraux : 3 heures de cours par semaine en présentiel
- Travaux pratiques (4). Utilisation de la plateforme d'OPAL-RT en non-présentiel
- Examens (2), Devoirs (2) et Projet
- Disponibilité d'une page MOODLE contenant le matériel du cours

Liens et guides utiles :

- 1- Guide d'utilisation de Zoom à l'intention des étudiants : <https://uqo.ca/docs/38216>.
- 2- Site pour soutien de réussite en mode non-présentiel : <https://uqo.ca/etudier-non-presentiel>.
- 3- Modalités de tenue des séances de TP et de projets de session en laboratoire <https://uqo.ca/docs/170831>.

4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :

Sur rendez-vous par courriel (miloud.rezkallah@uqo.ca).

5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

Semaine	Thèmes	Dates
1	Chapitre 1 : Introduction aux Réseaux électriques intelligents • Vue d'ensemble des réseaux électriques et de leur transformation en réseaux électriques intelligents • Avantages et défis par rapport aux réseaux électriques classiques • Normes et politiques de régulation	16 janv. 2025
2	Chapitre 2 : Architecture des réseaux électriques intelligents • Structure des réseaux intelligents • Infrastructure de communication et gestion des données Devoir 1 (22 janv. 2025)	23 janv. 2025
3	Chapitre 3 : Production et intégration des énergies renouvelables • Introduction aux sources d'énergie renouvelables (solaire, éolien, hydraulique) • Production d'énergie décentralisée et rôle des micro réseaux électriques	30 janv. 2025
4	Chapitre 4 : Infrastructure de comptage avancée • Compteur Intelligents • Collecte et gestion des données pour l'analyse de la consommation d'énergie Travail pratique 1 (mercredi 5 février 2025)	6 févr. 2025
5	Chapitre 5 : Gestion de la demande et des charges • Techniques de la gestion de la demande • Tarification en temps réel et optimisation de la consommation • L'utilisation de l'intelligence artificielle pour la prévision et la gestion de la demande	13 févr. 2025
6	Chapitre 6 : Stockage d'énergie et stabilité du réseau • Technologie de stockage d'énergie • Gestion et contrôle du stockage dans les réseaux électriques intelligents Travail pratique 2 (mercredi 19 février 2025)	20 févr. 2025
7	Examen Intra (27 février)	27 févr. 2025
8	Semaine d'études	3 au 7 mars 2025
9	Chapitre 7 : Mobilité électrique et intégration dans les réseaux intelligents • Infrastructure de charge des véhicules électriques • Solutions intelligentes pour la gestion des flottes électriques • Standards et protocoles de communication pour les bornes de recharge Devoir 2 (13 mars 2025)	13 mars 2025
10	Chapitre 8 : Sécurité et résilience des réseaux électriques intelligents • Menaces et vulnérabilité dans les réseaux électriques intelligents • Solutions pour la sécurité des données et la protection des infrastructures énergétiques Travail pratique 3 (mercredi 19 mars 2025)	20 mars 2025
11	Chapitre 8 (suite) • Stratégies de résilience et rétablissement rapide après incident • Rôle des systèmes de détection et prévention Travail pratique 4 (mercredi 26 mars 2025)	27 mars 2025
12	Chapitre 9 : Qualité de l'énergie et gestion des flux de puissance • Problèmes de la qualité de l'énergie • Méthodes pour améliorer la qualité de l'énergie • Gestion des flux bidirectionnels dans les réseaux intelligents	03 avril 2025

13	Chapitre 10 : Perspectives et innovations dans les réseaux électriques intelligents • Rôle des technologies émergentes • Évolution des normes et réglementations • Opportunités futures Présentation orale du projet final	10 avril 2025
14	Examen final	17 avril 2025

6. Évaluation du cours :

- Travaux pratiques : Quatre travaux pratique en utilisant la plateforme d'OPAL-RT
- Devoir : deux devoirs;
- Projet Finale avec une présentation orale;
- Examen intra;
- Examen final.

Outils d'évaluation	Pondération	Indicateurs mesurés
Travaux pratiques (4 TPs)	15 %	3.2, 4.3
Examen intra	25 %	1.4, 3.3
Devoir (2 devoirs)	10 %	1.4, 9.2
Examen final	25 %	1.4, 3.3., 9.2
Projet Final	25%	1.4, 3.2, 4.3, 9.2

- Tout appareil électronique personnel (cellulaires et autres outils de communication, lecteurs MP3...) est interdit pendant les examens et l'utilisation non autorisée d'un tel dispositif électronique sera considérée comme une fraude selon le terme de la procédure concernant les infractions relatives aux études et sanctions. Le professeur retire automatiquement l'examen à l'étudiant et ce dernier obtient la note zéro (0) pour cette évaluation.
- La note de passage est fixée à 54 %.
- L'examen final portera sur toute la matière du trimestre.
- Aucun délai pour la remise des travaux pratiques et du projet de conception ne sera négociable (sauf force majeure) et une note de 0 sera attribuée. Le rapport doit être remis via le site Moodle du cours.

Par **indicateur mesuré**, on entend qu'à la fin du cours, un niveau de performance (0, 1, 2, 3) est donné pour chaque indicateur et pour chaque étudiant(e) selon la grille ci-dessous.

Indicateurs	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
1.4 – Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme.	<i>Moins de 52 %</i>	<i>Entre 52 et 63 %</i>	<i>Entre 64 et 83 %</i>	<i>Plus de 84 %</i>
3.2 – Mettre en œuvre des investigations documentaires, des expériences et/ou des prototypes.	<i>Mise en œuvre inacceptable</i>	<i>Mise en œuvre partielle</i>	<i>Mise en œuvre acceptable</i>	<i>Mise en œuvre remarquable</i>
3.3 – Faire une analyse critique des résultats pour parvenir à des conclusions et en évaluer la validité.	<i>Analyse critique des résultats inadéquate ou inexistante</i>	<i>Analyse critique des résultats acceptable, mais évaluation de leur validité inadéquate</i>	<i>Analyse critique des résultats et évaluation de leur validité acceptables</i>	<i>Analyse critique des résultats et évaluation de leur validité remarquables</i>
4.3 – Créer des modèles, simulations,	<i>Création de modèles, simulations, prototypes et/ou</i>	<i>Création acceptable de modèles, simulations,</i>	<i>Création de modèles, simulations, prototypes et</i>	<i>Création de modèles, simulations, prototypes et</i>

prototypes, et faire des tests.	<i>exécution de tests inadéquate ou inexistante</i>	<i>prototypes, mais exécution de tests insuffisante</i>	<i>exécution de tests adéquates</i>	<i>exécution de tests remarquables</i>
9.2 – Décrire l'impact d'activités liées au génie sur l'environnement dans le respect du cadre législatif en vigueur.	<i>Description inadéquate ou inexistante</i>	<i>Description acceptable, mais avec quelques lacunes</i>	<i>Description adéquate</i>	<i>Description remarquable</i>

7. Politiques départementales et institutionnelles :

- Politique du département d'informatique et d'ingénierie relative à la tenue des examens
- Note sur le plagiat et sur la fraude
- Politique relative à la qualité de l'expression française écrite chez les étudiants et les étudiantes de premier cycle à l'UQO
- Absence aux examens : cadre de gestion, demande de reprise d'examen (formulaire)

Tolérance **ZÉRO** en matière de violence à caractère sexuel.

Le Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement (BIPH) a pour mission d'accueillir, soutenir et guider toute personne vivant une situation de harcèlement, de discrimination ou de violence à caractère sexuel. Le BIPH oriente ses actions afin de prévenir les violences à caractère sexuel pour que nous puissions étudier, travailler et s'épanouir dans un milieu sain et sécuritaire.

Vous vivez ou êtes une personne témoin d'une situation de violence à caractère sexuel ? Vous êtes une personne membre de la communauté étudiante ou une personne membre du personnel, autant à Gatineau qu'à Ripon et St-Jérôme, l'équipe du BIPH est là pour vous, sans jugement et en toute confidentialité.

Ensemble, participons à une culture de respect.

Pour de plus amples renseignements consultez UQO.ca/biph ou écrivez-nous au Biph@uqo.ca

8. Principales références :

1. Mabrouki, Jamal, Azrour Mourade, Azeem Irshad, and Shehzad Ashraf Chaudhry, eds. *Advanced Technology for Smart Environment and Energy*. Springer, 2023.
2. Chavhan, Suresh, Nikhil Dubey, Abhinav Lal, Dev Khetan, Deepak Gupta, Ashish Khanna, Joel JPC Rodrigues, and Plácido Rogerio Pinheiro. "Next-generation smart electric vehicles cyber physical system for charging slots booking in charging stations." *IEEE Access* 8, pp. 160145-160157, 2020.
3. Buchholz, Bernd M., and Zbigniew Styczynski. *Smart Grids-fundamentals and technologies in electricity networks*. Vol. 396. Heidelberg: Springer, 2014.

4. Momoh, J.A., 2012. *Smart grid: fundamentals of design and analysis* (Vol. 33). John Wiley & Sons.
5. Abu-Rub, Haitham, Mariusz Malinowski, and Kamal Al-Haddad. *Power electronics for renewable energy systems, transportation and industrial applications*. John Wiley & Sons, 2014.
6. Sun, Hongjian, Nikos Hatziargyriou, H. Vincent Poor, Laurence Carpanini, and Miguel Angel Sánchez Fornié. *Smarter energy: From smart metering to the smart grid*. Institution of Engineering and Technology, 2016.

9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>