

**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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire les réseaux électriques et de leur transformation en réseaux intelligents.</li> </ul>	1	4. Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme.		X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approfondir la connaissance des méthodes d'optimisation de réseaux électriques.</li> <li>• Investiguer les techniques de l'analyse de bâtiments intelligents.</li> <li>• Modéliser des micro-réseaux en utilisant des modèles mathématiques et dynamiques.</li> <li>• Caractériser et appliquer des méthodes de détection d'îlotage pour la PD au couplage électronique.</li> </ul>	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	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer des méthodes de recherche opérationnelle pour évaluer l'impact du stockage et la gestion de la demande sur l'efficacité énergétique d'un réseau intelligent.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer les méthodes de conception aux réseaux intelligents.</li> <li>• Concevoir et implémenter des contrôleurs de micro-réseaux pour les différents scénarios en ce qui concerne les caractéristiques de la charge et les diverses conditions de réseau.</li> <li>• Mettre en œuvre des méthodes de conception et d'analyse des contrôleurs pour la protection de l'unité de PD contre d'îlotage.</li> </ul>	4	3. Créer des modèles, simulations, prototypes, et faire des tests.		X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser des énergies renouvelables qui diminuent l'impact néfaste des systèmes centraux sur l'environnement.</li> <li>• Utiliser la flexibilité de la demande énergétique des bâtiments intelligents pour faciliter l'intégration des sources d'énergie renouvelables.</li> </ul>	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 et Devoir
- 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- COVID-19 : Modalités de tenue des séances de TP et de projets de session en laboratoire <https://uqo.ca/docs/51547>.

### 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	<b>Chapitre 1 : Introduction aux Réseaux électriques intelligents</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vue d'ensemble des réseaux électriques et de leur transformation en réseaux électriques intelligents</li> <li>• Avantages et défis par rapport aux réseaux électriques classiques</li> <li>• Normes et politiques de régulation</li> </ul>	16 janv. 2025

2	<b>Chapitre 2 : Architecture des réseaux électriques intelligents</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure des réseaux intelligents</li> <li>• Infrastructure de communication et gestion des données</li> </ul> <b>Devoir 1 (22 janv. 2025)</b>	23 janv. 2025
3	<b>Chapitre 3 : Production et intégration des énergies renouvelables</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction aux sources d'énergie renouvelables (solaire, éolien, hydraulique)</li> <li>• Production d'énergie décentralisée et rôle des microréseaux électriques</li> </ul>	30 janv. 2025
4	<b>Chapitre 4 : Infrastructure de comptage avancée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compteur Intelligents</li> <li>• Collecte et gestion des données pour l'analyse de la consommation d'énergie</li> </ul> <b>Travail pratique 1 (mercredi 5 février 2025)</b>	6 févr. 2025
5	<b>Chapitre 5 : Gestion de la demande et des charges</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniques de la gestion de la demande</li> <li>• Tarification en temps réel et optimisation de la consommation</li> <li>• L'utilisation de l'intelligence artificielle pour la prévision et la gestion de la demande</li> </ul>	13 févr. 2025
6	<b>Chapitre 6 : Stockage d'énergie et stabilité du réseau</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie de stockage d'énergie</li> <li>• Gestion et contrôle du stockage dans les réseaux électriques intelligents</li> </ul> <b>Travail pratique 2 (mercredi 19 février 2025)</b>	20 févr. 2025
7	<b>Examen Intra (27 février)</b>	27 févr. 2025
8	<b>Semaine d'études</b>	3 au 7 mars 2025
9	<b>Chapitre 7 : Mobilité électrique et intégration dans les réseaux intelligents</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastructure de charge des véhicules électriques</li> <li>• Solutions intelligentes pour la gestion des flottes électriques</li> <li>• Standards et protocoles de communication pour les bornes de recharge</li> </ul> <b>Devoir 2 (13 mars 2025)</b>	13 mars 2025
10	<b>Chapitre 8 : Sécurité et résilience des réseaux électriques intelligents</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menaces et vulnérabilité dans les réseaux électriques intelligents</li> <li>• Solutions pour la sécurité des données et la protection des infrastructures énergétiques</li> </ul> <b>Travail pratique 3 (mercredi 19 mars 2025)</b>	20 mars 2025
11	<b>Chapitre 8 (suite)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégies de résilience et rétablissement rapide après incident</li> <li>• Rôle des systèmes de détection et prévention</li> </ul> <b>Travail pratique 4 (mercredi 26 mars 2025)</b>	27 mars 2025
12	<b>Chapitre 9 : Qualité de l'énergie et gestion des flux de puissance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problèmes de la qualité de l'énergie</li> <li>• Méthodes pour améliorer la qualité de l'énergie</li> <li>• Gestion des flux bidirectionnels dans les réseaux intelligents</li> </ul>	03 avril 2025
13	<b>Chapitre 10 : Perspectives et innovations dans les réseaux électriques intelligents</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rôle des technologies émergentes</li> <li>• Évolution des normes et régulations</li> <li>• Opportunités futures</li> </ul> <b>Présentation orale du projet final</b>	10 avril 2025
14	<b>Examen final</b>	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, prototypes, et faire des tests.	<i>Création de modèles, simulations, prototypes et/ou exécution de tests inadéquate ou inexistante</i>	<i>Création acceptable de modèles, simulations, prototypes, mais exécution de tests insuffisante</i>	<i>Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests adéquates</i>	<i>Création de modèles, simulations, prototypes et 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](https://uqo.ca/biph) ou écrivez-nous au [Biph@uqo.ca](mailto:Biph@uqo.ca)

## 8. Principales références :

1. Mabrouki, Jamal, Azroun 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>