

| Université du Québec en Outaouais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                | Département d'informatique et d'ingénierie                                             |                  |                  |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>Sigle : GEN1143 Gr. 01</b><br><b>Titre : Électromagnétisme</b><br><b>Session : Automne 2019</b> <u><b>Horaire et local</b></u><br><b>Professeur : Talbi, Larbi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>1. Description du cours paraissant à l'annuaire :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>Objectifs</b><br>Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure : d'appliquer les lois de l'électromagnétisme dans une structure cohérente pour mettre en évidence l'importance de ces lois dans les systèmes électrotechniques.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>Contenu</b><br>Champs électrostatiques, magnétostatiques et dynamiques. Lois de Coulomb, Gauss, Ohm, Biot-Savart, Ampère, Lenz, Faraday. Équations de Poisson et de Laplace. Milieux diélectriques conducteurs, magnétiques; forces; conditions aux frontières. Équations de Maxwell, ondes électromagnétiques dans le milieu diélectrique. Introduction d'outil de conception CAO utilisé dans les applications modernes en ingénierie.                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <u>Descriptif – Annuaire</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>2. Objectifs spécifiques du cours :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| Le cours couvre 1 des 12 qualités requises des diplômé(e)s telles que définies dans les normes d'agrément des programmes de génie au Canada ( <a href="http://www.engineerscanada.ca/fr/ressources-en-matiere-dagrement">http://www.engineerscanada.ca/fr/ressources-en-matiere-dagrement</a> ) :                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>Qualité 1 : Connaissances en génie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>La qualité 1 est mesurée dans ce cours pour fins de rétroaction</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>Objectifs spécifiques</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Qualité</b> | <b>Indicateurs</b>                                                                     | <b>Introduit</b> | <b>Développé</b> | <b>Appliqué</b> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Acquérir une connaissance assez approfondie des principaux concepts de l'électromagnétisme, conduisant à l'étude des éléments de base que sont les condensateurs et les inductances.</li><li>Acquérir les notions et les lois de l'électromagnétisme et à mettre en évidence l'importance de ces lois pour les systèmes physiques.</li><li>Avoir les connaissances de base sur les systèmes d'électrotechnique tels que : les transformateurs et les moteurs.</li><li>Comprendre le concept et les propriétés de l'onde électromagnétique.</li></ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1              | 2. Démontrer une connaissance des concepts fondamentaux de la physique et de la chimie |                  | x                |                 |
| <b>3. Stratégies pédagogiques :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>1. Cours magistral (une période de 3 heures par semaine).</li><li>2. Séances de travaux dirigés (une période de 2 heures par semaine)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| Sur rendez-vous                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                        |                  |                  |                 |
| <b>Semaine</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Thèmes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                                                                                        |                  |                  | <b>Dates</b>    |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>RAPPEL DE L'ANALYSE VECTORIELLE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Introduction au cours</li><li>Nombres complexes et vecteurs</li><li>Systèmes de coordonnées cartésien, cylindrique et sphérique</li><li>Gradient d'un champ scalaire et divergence d'un champ vectoriel</li><li>Rotationnel d'un champ vectoriel, théorème de Stokes</li><li>Laplacien d'un champ scalaire</li></ul> |                |                                                                                        |                  |                  | 09 sept. 2019   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>INTRODUCTION À L'ÉLECTROMAGNÉTISME</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Le système international d'unités (S.I.)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                        |                  |                  | 16 sept. 2019   |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitution de la matière</li> <li>• Analogie force gravitationnelle et charge électrique</li> <li>• Champ électrique et champ magnétique</li> <li>• Champ statique et champ dynamique</li> <li>• Onde électromagnétique dans un milieu sans/avec pertes</li> <li>• Spectre électromagnétique</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés 1 (18 septembre 2019) : Introduction du logiciel de simulation EM (CST)</b></p>                                                              |               |
| 3 | <p><b>L'ÉLECTROSTATIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Équations de Maxwell</li> <li>• Distributions de charge et de courant</li> <li>• Loi de Coulomb et champ électrique</li> <li>• Le champ E et le champ D, champ de charges ponctuelles et de quelques distributions de charges : linéique, surfacique et volumique</li> <li>• Le potentiel scalaire électrique, le rotationnel du champ E, loi de Kirchhoff</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés 2 (25 septembre 2019)</b></p>                    | 23 sept. 2019 |
| 4 | <p><b>L'ÉLECTROSTATIQUE (suite)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Théorème de Gauss et ses applications</li> <li>• Champ et potentiel de quelques distributions de charges</li> <li>• Équations de Poisson et de Laplace</li> </ul> <p><b>PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES DE MATÉRIAUX</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conducteur, semi-conducteur et diélectrique</li> <li>• Conditions aux limites : conducteur et diélectrique</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés 3 (02 octobre 2019)</b></p> | 30 sept. 2019 |
| 5 | <b>Examen partiel I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 07 oct. 2019  |
| 6 | <b>Semaine d'études</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 14 oct. 2019  |
| 7 | <p><b>PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES DE MATÉRIAUX (suite)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Résistance</li> <li>• Loi de Joule</li> <li>• Condensateur et capacité</li> <li>• Énergie électrostatique</li> <li>• Méthode des images</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés 4 (23 octobre 2019) : Manipulation à l'aide de CST : Illustration de l'interaction électrique entre deux charges électriques</b></p>                                                                                                      | 21 oct. 2019  |
| 8 | <p><b>LA MAGNÉTOSTATIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Équations de Maxwell</li> <li>• Force de Lorentz et champ magnétique</li> <li>• Électrostatique versus Magnétostatique</li> <li>• Force magnétique sur un conducteur de courant</li> <li>• Sources du champ magnétique</li> <li>• Loi de Biot-Savart</li> <li>• Force magnétique entre deux conducteurs parallèles</li> <li>• Loi d'Ampère et loi de Gauss</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés 5 (30 octobre 2019)</b></p>                     | 28 oct. 2019  |
| 9 | <p><b>FERROMAGNÉTISME ET INDUCTION MAGNÉTIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriétés magnétiques des matériaux</li> <li>• Hystérésis</li> <li>• Champ magnétique dans une bobine solénoïde</li> <li>• Conditions aux limites magnétiques</li> <li>• Inductions magnétiques : auto-inductance et mutuelle</li> <li>• Énergie magnétique</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés 6 (06 novembre 2019)</b></p>                                                                                             | 04 nov. 2019  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 10 | <b>FERROMAGNÉTISME ET INDUCTION MAGNÉTIQUE (suite)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Expérience de Faraday</li><li>• Loi de Faraday</li><li>• Loi de Lenz</li><li>• Conducteur en mouvement dans un champ magnétique statique</li><li>• Forme différentielle de la loi de Faraday</li></ul> <b>Travaux dirigés 7 (13 novembre 2019) : Manipulation à l’aide de CST : Illustration du champ magnétique d’une Bobine de Helmholtz</b>                                                        | 11 nov. 2019 |
| 11 | <b>Examen partiel II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 18 nov. 2019 |
| 12 | <b>TRANSFORMATEURS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Transformateur idéal</li><li>• Types de transformateurs</li><li>• Générateur électromagnétique</li><li>• Conducteur en mouvement dans un champ magnétique dynamique</li><li>• Courant de déplacement D et conditions aux limites électromagnétiques</li><li>• Relation de continuité charge-courant et loi de Kirchhoff pour le courant</li><li>• Potentiels électromagnétiques</li></ul> <b>Travaux dirigés 8 (27 novembre 2019)</b> | 25 nov. 2019 |
| 13 | <b>PROPAGATION DES ONDES PLANES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Champs harmoniques</li><li>• Propagation d'une onde plane dans un milieu sans pertes</li><li>• Polarisation d'une onde : linéaire, circulaire et elliptique</li><li>• Propagation d'une onde dans un milieu avec pertes : effet de peau et résistance</li><li>• Densité de puissance électromagnétique</li></ul> <b>Travaux dirigés 9 (04 décembre 2019)</b>                                                             | 02 déc. 2019 |
| 14 | <b>RÉFLEXION ET TRANSMISSION D'UNE ONDE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Réflexion et transmission d'une onde pour une incidence normale</li><li>• Lois de Snell</li><li>• Fibres optiques</li><li>• Réflexion et transmission d'une onde pour une incidence oblique</li><li>• Coefficient de réflexion et coefficient de transmission</li></ul> <b>Travaux dirigés 10 (11 décembre 2019) : Manipulation à l’aide de CST : Illustration de la propagation des ondes EM</b>                | 09 déc. 2019 |
| 15 | <b>Examen final</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 16 déc. 2019 |

6. Évaluation du cours :

| Outils d'évaluation          | Pondération | Indicateurs mesurés |
|------------------------------|-------------|---------------------|
| Examen partiel I             | 25 %        | 1.2                 |
| Examen partiel II            | 25 %        | 1.2                 |
| Examen final                 | 40 %        | 1.2                 |
| Présence aux travaux dirigés | 10 %        | 1.2                 |

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 selon la grille ci-dessous.

| Indicateurs                                                                                | Niveau 0      | Niveau 1         | Niveau 2         | Niveau 3     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|------------------|--------------|
| 1.2 - Démontrer une connaissance des concepts fondamentaux de la physique et de la chimie. | Moins de 52 % | Entre 52 et 63 % | Entre 64 et 83 % | Plus de 84 % |

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 \(formulaire\)](#)

• *SANS OUI*  
*C'EST NON!*

Travaillons ensemble pour développer une culture du respect ! La communauté universitaire de l'UQO se mobilise et lance un message haut et fort de **tolérance zéro en matière de violence à caractère sexuel** (pour de plus amples renseignements, veuillez consulter la page Web : [uqo.ca/sansouicestnon](https://uqo.ca/sansouicestnon)).

8. Principales références :

1. **Fundamentals of Applied Electromagnetics**, Fawwaz T. Ulaby, Umberto Ravaioli Pearson, 2015. (Référence principale)
2. **Électromagnétisme Théorie et applications**, Élie Boridy, Presse de l'Université du Québec, 1997.
3. **Electromagnetics with applications**, Fifth Edition, Kraus/Fleisch, McGraw-Hill, 1999.

9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>