

**Sigle : GEN1923 Gr. 01**

**Titre : Analyse numérique et algèbre linéaire pour l'ingénierie**

**Session : Automne 2026 Horaire et local**

**Professeur.e : Berkane, Soulaïmane**

## 1. Description du cours paraissant à l'annuaire :

### Objectifs

Au terme de ce cours, la personne étudiante sera en mesure de/d' : • Appliquer les concepts fondamentaux de l'algèbre linéaire pour résoudre des problèmes mathématiques en ingénierie. • Utiliser des méthodes numériques appropriées pour analyser et résoudre des problématiques complexes dans un contexte d'ingénierie.

### Contenu

Opérations sur les matrices, espaces vectoriels et transformations linéaires. Systèmes d'équations linéaires (élimination de Gauss, décomposition LU). Valeurs propres, vecteurs propres et diagonalisation. Normes, orthogonalité et projections vectorielles. Arithmétique finie et analyse d'erreur. Méthodes itératives pour la résolution d'équations à une variable. Approximation de fonctions (polynômes, interpolation, ajustement de splines). Méthodes itératives pour les systèmes linéaires et non linéaires. Décompositions matricielles (QR, SVD, Cholesky).

Descriptif – Annuaire

## 2. Objectifs spécifiques du cours :

En plus des objectifs visés, au terme de ce cours, l'étudiant(e) devra connaître et savoir implanter les algorithmes vus au programme à l'aide du langage de programmation Matlab.

Le cours couvre 2 des 12 qualités requises des diplômé(e)s telles 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 : Connaissance en génie**

**b. Qualité 2 : Analyse de problèmes**

Les qualités 1 et 2 sont mesurées dans ce cours pour fins de rétroaction.

| Objectifs spécifiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Qualité | Indicateurs                                                                                           | Introduit | Développé | Appliqué |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibiliser l'étudiant au rôle de l'algèbre linéaire et des méthodes numériques dans la résolution de problèmes d'ingénierie.</li> <li>Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les principales techniques d'algèbre linéaire et les méthodes numériques couramment utilisées en génie, ainsi qu'à les implanter sous MATLAB.</li> <li>Sensibiliser l'étudiant aux limites des méthodes numériques et aux erreurs d'approximation pouvant influencer la qualité des résultats.</li> </ul> | 1       | 1.1 Démontrer une connaissance des mathématiques pour résoudre des problèmes.                         |           | X         |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2       | 2.2 Formuler un processus de résolution de problème, comprenant des approximations et des hypothèses. |           | X         |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         | 2.3 Choisir un modèle et appliquer l'analyse appropriée pour résoudre un problème.                    |           | X         |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         | 2.4 Évaluer les résultats obtenus et formuler des conclusions.                                        |           | X         |          |

### 3. Stratégies pédagogiques :

La formule pédagogique utilisée dans ce cours comprend les éléments suivants :

1. 15 séances de cours magistraux (3 heures par semaine) ;
2. 8 séances de travaux dirigés (2 heures par semaine en présentiel) ;
3. Devoirs à la maison (4 devoirs) et quiz en classe (4 quiz) ;
4. Examen de mi-session ;
5. Examen final ;
6. Disponibilité d'une page MOODLE contenant le matériel du cours et les résultats des évaluations des travaux.

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

Sur rendez-vous :

- Professeur : Soulaïmane Berkane [soulaïmane.berkane@uqo.ca](mailto:soulaïmane.berkane@uqo.ca)
- Chargé de cours : Lyes Smaili [smal01@uqo.ca](mailto:smal01@uqo.ca)

### 5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

| Semaine | Thèmes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Dates         |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1       | <b>Chapitre 1 : Algèbre matricielle</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Présentation du cours</li><li>• Opérations sur les matrices</li><li>• Déterminants</li><li>• Rang d'une matrice</li><li>• Matrice inverse</li><li>• Applications aux systèmes linéaires</li></ul>                                         | 08 sept. 2026 |
| 2       | <b>Chapitre 1 : Algèbre matricielle (suite)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Systèmes d'équations linéaires</li><li>• Méthode d'élimination de Gauss</li><li>• Stratégies de pivot</li><li>• Décomposition LU</li><li>• Décomposition de Cholesky</li></ul> <b>Travaux dirigés no 1</b>                        | 15 sept. 2026 |
| 3       | <b>Chapitre 2 : Espaces vectoriels et transformations linéaires</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Espaces vectoriels</li><li>• Sous-espaces vectoriels</li><li>• Bases et dimension</li><li>• Indépendance linéaire</li><li>• Transformations linéaires</li><li>• Noyau et image d'une transformation</li></ul> | 22 sept. 2026 |
| 4       | <b>Chapitre 3 : Valeurs propres et diagonalisation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Valeurs propres</li></ul>                                                                                                                                                                                                  | 29 sept. 2026 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vecteurs propres</li> <li>• Polynôme caractéristique</li> <li>• Diagonalisation</li> <li>• Applications en ingénierie</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés no 2</b></p> <p><b>Quiz #1 (Chapitre 1-2)</b></p>                                                                                                                                                                                                                                           |              |
| 5  | <p><b>Chapitre 4 : Normes, orthogonalité et projections</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produit scalaire</li> <li>• Normes vectorielles et matricielles</li> <li>• Orthogonalité</li> <li>• Projections orthogonales</li> <li>• Méthode de Gram-Schmidt</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés no 3</b></p>                                                                                                                                                                      | 06 oct. 2026 |
| 6  | <b>Semaine d'études</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13 oct. 2026 |
| 7  | <p><b>Chapitre 4 : Normes, orthogonalité et projections (suite)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approximation au sens des moindres carrés</li> <li>• Décomposition QR</li> <li>• Applications de la décomposition QR</li> </ul> <p><b>Quiz #2 (Chapitres 3-4)</b></p> <p><b>Travaux dirigés no 4</b></p>                                                                                                                                                                   | 20 oct. 2026 |
| 8  | <b>Examen de mi-session</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 27 oct. 2026 |
| 9  | <p><b>Chapitre 5 : Arithmétique finie et résolution des équations non linéaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arithmétique finie des calculateurs</li> <li>• Représentation en virgule flottante</li> <li>• Analyse des erreurs numériques</li> <li>• Conditionnement et stabilité</li> <li>• Méthode de la bisection</li> <li>• Méthode du point fixe</li> <li>• Méthode de Newton</li> <li>• Méthode de la sécante</li> <li>• Méthode de la fausse position</li> </ul> | 03 nov. 2026 |
| 10 | <b>Chapitre 5 : Résolution des équations non linéaires (suite)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10 nov. 2026 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesse de convergence</li> <li>• Ordre de convergence</li> <li>• Méthodes d'accélération de convergence <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aitken</li> <li>○ Steffensen</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Travaux dirigés no 5</b></p>                                                                                                                                                                       |              |
| 11 | <p><b>Chapitre 6 : Approximation de fonctions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpolation de Lagrange</li> <li>• Interpolation de Newton</li> <li>• Interpolation de Chebyshev</li> <li>• Splines cubiques</li> <li>• Ajustement par la méthode des moindres carrés</li> </ul> <p><b>Quiz #3 (Chapitre 5)</b></p> <p><b>Travaux dirigés no 6</b></p>                                                                                 | 17 nov. 2026 |
| 12 | <b>Chapitre 6 : Approximation de fonctions (suite)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 24 nov. 2026 |
| 13 | <p><b>Chapitre 7 : Méthodes itératives et décompositions matricielles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthodes de Jacobi</li> <li>• Méthode de Gauss-Seidel</li> <li>• Méthode de relaxation</li> <li>• Résolution des systèmes non linéaires</li> <li>• Méthode de Newton</li> <li>• Méthode de Broyden</li> <li>• Décomposition SVD et applications</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés no 7</b></p> <p><b>Quiz #4 (Chapitre 6)</b></p> | 01 déc. 2026 |
| 14 | <p><b>Chapitre 7 : Méthodes itératives et décompositions matricielles (suite)</b></p> <p><b>Travaux dirigés no 8</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 08 déc. 2026 |
| 15 | <b>Examen final</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15 déc. 2026 |

## 6. Évaluation du cours :

| Outils d'évaluation   | Pondération | Indicateurs mesurés  |
|-----------------------|-------------|----------------------|
| Devoirs (à la maison) | 10 %        | 2.3 et 2.4           |
| Quiz (en classe)      | 10 %        | 1.1                  |
| Examen de mi-session  | 40 %        | 1.1, 2.2, 2.3 et 2.4 |

|              |      |                      |
|--------------|------|----------------------|
| Examen final | 40 % | 1.1, 2.2, 2.3 et 2.4 |
|--------------|------|----------------------|

Quatre devoirs seront donnés durant le cours. Les étudiant(e)s devront soumettre leur travail avant la date limite. Un devoir soumis moins de 24 heures en retard recevra une déduction de 50 %. Un devoir soumis avec plus de 24 heures de retard ne recevra aucun crédit sauf si un arrangement spécial a été approuvé au préalable par le professeur. Quatre quiz de 15min sont donnés au début des cours, les retardataires ne sont pas autorisés à repasser le quiz.

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                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 – Démontrer une connaissance des mathématiques pour résoudre des problèmes.                         | Moins de 52 % de la note d'évaluation de l'indicateur                                                            | Entre 52 % et 63 % de la note d'évaluation de l'indicateur                                                      | Entre 64 % et 83 % de la note d'évaluation de l'indicateur                                            | Plus de 84 % de la note d'évaluation de l'indicateur                                                   |
| 2.2 - Formuler un processus de résolution de problème, comprenant des approximations et des hypothèses. | Formulation du processus de résolution inacceptable et traitement inadéquat des approximations et des hypothèses | Formulation du processus de résolution acceptable, mais traitement partiel des approximations et des hypothèses | Formulation du processus de résolution et traitement des approximations et des hypothèses acceptables | Formulation du processus de résolution et traitement des approximations et des hypothèses remarquables |
| 2.3- Choisir un modèle et appliquer l'analyse appropriée pour résoudre un problème.                     | Choix du modèle et analyse inacceptables                                                                         | Choix du modèle acceptable, mais analyse partielle                                                              | Choix du modèle et analyse adéquats                                                                   | Choix du modèle et analyse remarquables                                                                |
| 2.4 Évaluer les résultats obtenus et formuler des conclusions.                                          | Évaluation et/ou conclusions inexistantes                                                                        | Évaluation et conclusions partielles                                                                            | Évaluation et conclusions acceptables                                                                 | Évaluation et conclusions remarquables                                                                 |

La cote finale de votre évaluation est donnée par la notation littérale de l'UQO.

## 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 :

### Livres de références :

- Timothy Sauer, *Numerical analysis*, 3<sup>e</sup> édition, Pearson, 2018.
- R.L. Burden, J.D. Faires, A.M. Burden, *Numerical analysis*, 10<sup>e</sup> édition, CENGAGE Learning, 2015.
- C.F. Gerald and P.O. Wheatley, *Applied Numerical Analysis*, sixième édition, Addison-Wesley, 1997.
- André Fortin, *Analyse numérique pour ingénieurs*, Édition de l'École Polytechnique de Montréal, 1995.
- L. Eldén and L. Wittmeyer-Kochr, *Numerical analysis (An Introduction)*, Academic Press, 1990.
- John H. Mathews, *Numerical Methods (for Computer Science, Engineering, and Mathematics)*, Prentice-Hall, 1987.

## 9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>