

Semestre 3



Unité d'Enseignement	Intitulé de la Matière	Code	Semestre
UEF211	Analyse 3	ANA3	3

	Cours	TD	TP	Total	Crédits	Coeff
V H S	31h30	33h00	00h00	64h30	4	4

Chap.1	Cours	TD	Total
V H	07h30	07h30	15h00

Pré-requis :

- l'intégrale de Riemann des fonctions d'une variable.
- Les fonctions de plusieurs variables.

Objectifs:

- Savoir intervertir l'ordre d'intégration dans une intégrale double, autrement dit, maîtriser l'application du théorème de Fubini,
- Savoir déterminer les bornes d'intégration dans une intégrale double et triple,
- Savoir choisir le changement de variables approprié pour chaque intégrale.

Contenu de l'enseignement :**Chapitre 1****1. Intégrales doubles**

1.1 Définition de l'intégrale double

1.2 Exemples

1.3 Propriétés de l'intégrale double

- Linéarité,
- Conservation de l'ordre,
- Additivité.

1.4 Théorème de Fubini dans le cas d'un domaine borné $D \subset \mathbb{R}^2$.

1.5 Calcul des intégrales doubles

- Calcul direct,
- Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).

1.6 Applications :

- Centre de gravité
- Moment d'inertie.

2. Intégrales Triples

2.1 Généralisation de la notion d'intégrales doubles aux intégrales triples.

2.2 Calcul d'une intégrale triple

- Calcul direct
- Calcul par changement de variables (Formule de changement de variables pour une intégrale triple).
- Volume sous le graphe d'une fonction de deux variables.
- Calcul de volume de certains corps solides.

2.3 Applications

- Centre de gravité
- Moment d'inertie.



Chap.2	Cours	TD	Total
V H	06h00	06h00	12h00

Pré-requis :

- Intégrales simples, doubles et triples.
- Fonctions de plusieurs variables.

Objectifs :**Contenu de l'enseignement :****Chapitre 2 : Analyse vectorielle**

1. Champs de scalaires et champs de vecteurs
 - Définition d'un champ de scalaires
 - Définition d'un champ de vecteurs
2. Circulation et gradient
 - Définition (Circulation d'un champ de vecteurs)
 - Définition (Gradient d'un champ de scalaires)
 - Définition (Champs de gradients)
3. Divergence et rotationnel
 - Définition (Divergence d'un champ de vecteurs)
 - Définition (Rotationnel d'un champ de vecteurs)
 - Définition (Champs de rotationnels)
 - Définition (Laplacien d'un champ de scalaires)
4. Potentiels scalaires et potentiels vecteurs
5. Intégrale curviligne
6. Calcul de l'intégrale curviligne
7. Formule de Green
8. Conditions pour qu'une intégrale curviligne ne dépende pas du chemin d'intégration
9. Intégrales de surface
10. Calcul des intégrales de surface
11. Formule de Stokes
12. Formules d'Ostrogradsky

Chap.3	Cours	TD	Total
V H	06h00	06h00	12h00

Pré-requis :

- Suites numériques

Objectifs :

Cette partie a pour objectif de consolider et d'élargir les acquis des connaissances de l'étudiant et de le préparer pour l'étude des séries de fonctions.

Contenu de l'enseignement :**Chapitre 3 : Séries numériques**

1. Généralités :
Somme partielle. Convergence, divergence, somme et reste d'une série convergente.
2. Condition nécessaire de convergence.
3. Propriétés des séries numériques convergentes
4. Séries numériques à termes positifs
 - 4.1 Critères de convergences
 - Condition nécessaire et suffisante de convergence.
 - 4.2 Critère de comparaison
 - Théorème
 - Conséquence (Règle d'équivalence)
 - 4.3 Règle de D'Alembert
 - Théorème
 - 4.4 Règle de Cauchy
 - Théorème
 - 4.5 Critère intégral de Cauchy
 - Théorème
5. Séries à termes quelconques
 - 5.1 Séries alternées.
 - Définition d'une série alternée
 - Théorème de Leibnitz (Théorème des séries alternées)
 - 5.2 Séries absolument convergentes
 - Définition d'une série absolument convergente
 - Théorème : $CVA \Rightarrow CVS$
 - 5.3 Séries semi-convergentes.
 - Définition d'une série semi-convergente
 - Exemples
 - 5.4 Critère D'Abel
 - Théorème (Premier critère d'Abel pour les séries)

Chap.4	Cours	TD	Total
V H	07h30	07h30	15h00

Pré-requis :

- Séries Numériques

Objectifs :

L'objectif de ce chapitre est de définir différents modes de convergences d'une suite ou d'une série de fonctions et d'étudier la stabilité des propriétés de ces fonctions par passage à la limite.

Contenu de l'enseignement :**Chapitre 4 : Suites et Séries de fonctions****I. Suite de fonctions**

1. Convergence simple et uniforme des suites de fonctions
 - Définition : Convergence simple.
 - Définition : Convergence uniforme.



2. Propriétés des suites de fonctions uniformément convergentes

Régularité de la limite d'une suite de fonctions.

- Continuité de la limite d'une suite de fonctions.
- Inversion limite-intégrale.
- Dérivabilité de la limite d'une suite de fonctions

II. Séries de fonctions

1. Convergence simple, convergence absolue des séries de fonctions

- Définition d'une série de fonctions
- Définition du domaine de convergence d'une série de fonctions
- Définition d'une série absolument convergente
- Proposition : $(CVA \Rightarrow CVS)$

2. Convergence uniforme et convergence normale d'une série de fonctions

- Définition : CVU
- Définition : CVN
- Proposition (Critère de Weierstrass)
 $CVN \Rightarrow CVU$

3. Propriétés des séries uniformément convergentes.

Régularité de la somme d'une série de fonctions.

- Théorème de continuité de la somme d'une série de fonctions
- Théorème d'intégration terme à terme d'une série de fonctions.
- Théorème de dérivation terme à terme d'une série de fonctions.

Chap.5	Cours	TD	Total
V H	04h30	06h00	10h30

Pré-requis :

- Suites et Séries de fonctions

Objectifs :

- Etude de la convergence d'une série entière de variable complexe et mettre en évidence la notion de rayon de convergence,
- Etude des propriétés de sa somme en se limitant à la continuité dans le cas d'une variable complexe ;
- Etablir les développements en séries entières des fonctions usuelles.
- Appliquer cette théorie à la recherche de la somme de certaines séries numériques et à la recherche de solutions d'équations différentielles ordinaires du premier et second ordre à coefficients variables.

Contenu de l'enseignement :**Chapitre 5 : Séries entières**

1. Notions de base.
 - Définition d'une série entière,
 - Lemme d'ABEL,
 - Rayon de convergence,



- Détermination du rayon de convergence,
 - Règle d'HADAMARD.
2. Propriétés des séries entières.
- Linéarité et produit de deux séries entières,
 - Convergence normale d'une S.E. d'une variable réelle sous tout segment inclus dans l'intervalle ouvert de convergence,
 - Continuité de la somme sur l'intervalle ouvert de convergence,
 - Intégration terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence,
 - Dérivation terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence.
3. Développement en S.E. au voisinage de zéro d'une fonction d'une variable réelle.
- Fonction développable en S.E. sur l'intervalle ouvert de convergence.
 - Série de Taylor- Maclaurin d'une fonction de classe C^∞ .
 - Unicité du développement en S.E.
4. Applications.
- Etablir les développements en séries entières des fonctions usuelles
 - Recherche de solution d'une équation différentielle ordinaire du premier et deuxième ordre à coefficients variables sous forme de S.E.

Références bibliographiques :

- Med El Amrani, Suites et séries numériques, Ellipses.
- François Liret ; mathématiques en pratiques, cours et exercices; Dunod. (f.p.v ; Int. Mult. Séries...)
- Marc Louis, Maths MP-MP, Ellipses. (Int. Doubles)
- Denis Leger, PSI. Exercices corrigés Maths, Ellipses. (Séries de Fonctions, Entières, Fourier...)
- Charles-Michel Marle, Philippe Pilibossian, Sylvie Guerre- Delabrière, Ellipse. (Suites, Séries, Intégrales).
- Fabrice Lembiez Nathan, Tout en un, Exercices de maths.
- Valerie Collet, Maths toute la deuxième année, 361 exercices, rappels de cours, trucs et astuces, ellipses.
- A.Monsouri, M.K.Belbarki. Elément d'analyse. Cours et exercices résolus. 1^{er} cycle universitaire. Chiheb. (Intégrales doubles et triples, Séries, Transformations de Fourier et de Laplace, Equations aux dérivées partielles du 2^{ième} ordre).
- B.DEMIDOVITCH. Recueil d'exercices et de problèmes d'analyse mathématiques. 11^{ième} édition. Ellipses. (Fonctions de plusieurs variables, Séries, Intégrales multiples)

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final



Unité d'Enseignement	Intitulé de la Matière	Code	Semestre
UEF211	Analyse Numérique 1	NUM1	3

	Cours	TD	TP	Total	Crédits	Coeff
V H S	21h00	10h30	09h00	40h30	2	2

Pré-requis :

Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

Objectifs :

Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :

- Présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
- Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
- Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
- Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
- Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

Contenu de l'enseignement :**Chap. 1 Introduction à l'analyse numérique (Cours : 06h00)**

1.1. Sources d'erreurs : erreurs de modélisation, erreurs sur les données, valeur approchée, propagation des erreurs, erreur relative et erreur absolue, arithmétique flottante, norme IEEE-754, erreurs d'arrondis, erreur de troncature, chiffres significatifs exacts, opérations risquées.

1.2. Conditionnement et stabilité : exemple d'instabilités numériques, conditionnement d'un problème.

1.3. Méthodes et algorithmes : méthodes exactes, méthodes approchées, méthodes itératives.

Chap. 2 Résolution d'équations non linéaires (Cours : 06h00, TD : 04h30)

2.1. Fonctions d'une variable réelle : théorèmes de localisation et séparation des racines.

2.2. Méthodes classiques : méthode de dichotomie, Méthode de la sécante, critère d'arrêt.

2.3. Méthodes itératives : méthode de point fixe, méthode de Newton, ordre de convergence, critères d'arrêts.

Chap. 3 Résolution de systèmes linéaires (Cours : 09h00, TD : 06h00)

3.1. Méthodes directes : matrice triangulaire supérieure (ou inférieure), matrices symétriques (définitions et propriétés), méthode d'élimination de Gauss, factorisation LU (Crout, Doolittle), factorisation de Cholesky (matrice symétrique définie positive).

3.2. Vocabulaire d'algèbre numérique : normes vectorielles, normes matricielles, conditionnement d'une matrice (définitions et propriétés), rayon spectrale, exemple de



système linéaire mal conditionné.

3.3. Méthodes itératives : méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation, étude de la convergence des méthodes itératives, critères d'arrêt.

Travaux Pratiques : (09h00)

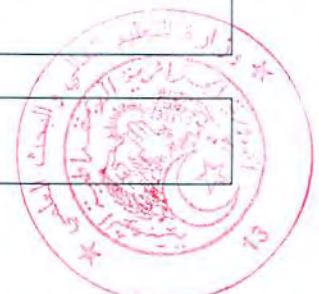
- Prise en main de Matlab
- Résolution des équations non-linéaires
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes directes
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes itératives

Références bibliographiques :

- [1] Jean-Pierre Demailly, ANALYSE NUMÉRIQUE ET ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES, EDP Sciences (2006).
- [2] Alfio Quarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, MÉTHODES NUMÉRIQUES : ALGORITHMES, ANALYSE ET APPLICATIONS, Springer-Verlag (2007).
- [3] Alfio Quarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, CALCUL SCIENTIFIQUE : COURS, EXERCICES CORRIGÉS ET ILLUSTRATIONS EN MATLAB ET OCTAVE, Springer-Verlag (2010).
- [4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, APPLIED NUMERICAL METHODS USING MATLAB, John Wiley and Sons (2005).
- [5] Jean-Louis Merrien, ANALYSE NUMÉRIQUE AVEC MATLAB, Dunod (2007).
- [6] André Fortin, ANALYSE NUMÉRIQUE POUR INGÉNIEURS, Presses internationales Polytechnique (2011).
- [7] William Ford, NUMERICAL LINEAR ALGEBRA WITH APPLICATIONS USING MATLAB, Elsevier Inc (2015).
- [8] Cleve B. Moler, NUMERICAL COMPUTING WITH MATLAB, Siam (2004).
- [9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, NUMERICAL LINEAR ALGEBRA, Springer (2008).
- [10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, ANALYSE ET ANALYSE NUMÉRIQUE : RAPPEL DE COURS ET EXERCICES CORRIGÉS, Lavoisier (2005).
- [11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, INTRODUCTION A L'ANALYSE NUMÉRIQUE, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
- [12] Nicholas J. Higham, ACCURACY AND STABILITY OF NUMERICAL ALGORITHMS, siam (1996).
- [13] John Hubbard, Florence Hubert, CALCUL SCIENTIFIQUE DE LA THÉORIE A LA PRATIQUE : ILLUSTRATIONS AVEC MAPLE ET MATLAB, Université de Provence, Marseille (2005).

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final



Unité d'Enseignement	Intitulé de la Matière	Code	Semestre
UEF212	Physique 3	PHY3	3

	Cours	TD	TP	Total	Crédits	Coeff
V H S	28h30	22h30	09h00	60h00	4	4

Pré-requis :

- Identifier les différents types de forces.
- Calculer les énergies cinétique et potentielle.
- Résoudre des équations différentielles d'ordre deux.

Objectifs:

- Introduction du formalisme de Lagrange.
- Comprendre les différents régimes d'oscillations.
- Comprendre les oscillations dans des systèmes à plusieurs degrés de liberté.

Contenu de l'enseignement :**Chapitre 1 : Généralités sur les oscillations (Cours : 04h30', TD : 03h00)**

1. Rappels mathématiques
2. Définitions générales
 - Coordonnées, nombre de degrés de liberté..
 - Energie cinétique ; énergie potentielle, énergie totale
 - Système conservatif
 - Système dissipatif
3. Etat d'équilibre
 - Cas d'équilibre stable
 - Cas d'équilibre instable
4. Oscillations:
 - Méthode de Newton
 - Méthode de moment cinétique
 - Principe de conservation de l'énergie totale

Chapitre 2 : Mouvement oscillatoire libre (Cours : 04h30', TD : 03h00)

1. Définitions et propriétés
 - Formalisme de Lagrange-Euler
2. Exemples d'applications :
 - Oscillateurs mécanique : Masse- Ressort ; pendules (pesant et simple)
 - Oscillateurs électrique : Modèle L-C
 - Oscillateur acoustique : Modèle résonateur d'Helmutz
3. Bilan énergétique

Chapitre 3 : Mouvement oscillatoire amorti (Cours : 04h30', TD : 03h00)

1. Définitions et propriétés :



- Equation du mouvement :
 - Force de frottement visqueuse
 - Force de frottement solide-solide
 - Equivalence Electromécanique
 - Mouvement pseudo-périodique
 - Mouvement critique
 - Mouvement apériodique
- 2. Propriété -Décrement logarithmique**
- 3. Bilan énergétique**

Chapitre 4 : Mouvement forcé (Cours : 07h30', TD : 06h00)

- 1. Définitions et Propriétés**
- Equation du mouvement pour une force sinusoidale : Régime transitoire- Régime permanent
- 2. Résolution mathématique**
- Cas d'un amortissement fort
 - Cas d'un amortissement critique
 - Cas d'un amortissement faible
 - Cas d'absence de l'amortissement
- 3. Phénomène de résonance**
- 4. Notion d'impédance**
- 5. Notions de Bande passante et facteur de qualité**
- 6. Bilan énergétique**
- Equation du mouvement pour une excitation quelconque
- 7. Equivalence électromécanique**
- 8. Exemples d'applications :**
- Vibration des moteurs
 - Vibrations du haut parleur
 - Sismographe

Chapitre 5 : Mouvement oscillatoire à plusieurs degrés de liberté (Cours : 07h30,TD : 06h00)

- 1. Définitions**
- Systèmes simples non couplé
 - Systèmes complexes couplés
- 2. Types de couplage**
- 3. Cas d'étude de deux systèmes mécaniques couplés libre**
- Système d'équation différentielle
 - Sytème linéaire
 - Notions pulsation propres
 - Solutions générales
- 4. Systèmes couplés identiques**

