الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Setif 1 University - Ferhat ABBAS

# عرض تكوين
# ل. م . د

# ليسانس أكاديمية

# برنامج وطني

## (تحيين 2026-Bis)

| المؤسسة | الكلية/ المعهد | القسم |
|---|---|---|
| جامعة سطيف1 فرحات عباس | التكنولوجيا | هندسة الطرائق |

| الميدان | الفرع | التخصص |
|---|---|---|
| علوم وتكنولوجيا | هندسة الطرائق | هندسة الطرائق |

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Setif 1 University - Ferhat ABBAS

# OFFRE DE FORMATION
# L.M.D

## LICENCE ACADEMIQUE

## PROGRAMME NATIONAL

**(Mise à jour 2026-Bis)**

| Etablissement | Faculté / Institut | Département |
|---|---|---|
| **Université Sétif 1 Ferhat ABBAS** | **Technologie** | **Génie des procédés** |

| Domaine | Filière | Spécialité |
|---|---|---|
| ***Sciences et Technologies*** | ***Génie des procédés*** | ***Génie des procédés*** |

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Setif 1 University - Ferhat ABBAS

# Training Offer
# L.M.D

## ACADEMIC BACHELOR'S DEGREE (LICENCE)

## NATIONAL PROGRAMME

**(2026-Bis Update)**

| Institution | Faculty / Institute | Department |
|---|---|---|
| Setif 1 University Ferhat ABBAS | Technology | Process Engineering |

| Domain | Field | Specialisation |
|---|---|---|
| Science and Technology | *Process Engineering* | *Process Engineering* |

# – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

## Semestre 1

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | Cours | TD | TP | | | Contrôle Continu | Examen |
| **UE Fondamentale<br>Code : UEF 1.1.1<br>Crédits : 10<br>Coefficients : 5** | Analyse 1 | 6 | 3 | 1h30 | 3h00 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Algèbre 1 | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| **UE Fondamentale<br>Code : UEF 1.1.2<br>Crédits : 12<br>Coefficients : 6** | Elément de mécanique | 6 | 3 | 1h30 | 3h00 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Structure de la matière | 6 | 3 | 1h30 | 3h00 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| **UE Méthodologique<br>Code : UEM 1.1<br>Crédits : 6<br>Coefficients : 4** | TP éléments de mécanique | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | TP structure de la matière | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | Structure des ordinateurs et applications | 2 | 2 | 1h30 | | 1h00 | 37h30 | 12h30 | 40% | 60% |
| **E Transversale<br>Code : UET 1.1<br>Crédits : 2<br>Coefficients : 2** | Dimension éthique et déontologique (les fondements) | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| | **Histoire d'Algérie** | **1** | **1** | **1h30** | | | **22h30** | **02h30** | | **100%** |
| **Total semestre 1** | | **30** | **17** | **10h30** | **10h30** | **4h00** | **375h00** | **375h00** | | |

## Semestre 2

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | Cours | TD | TP | | | Contrôle Continu | Examen |
| **UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5** | Analyse 2 | 6 | 3 | 1h30 | 3h00 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Algèbre 2 | **3** | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | **30h00** | 40% | 60% |
| **UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 12 Coefficients : 6** | Electricité et magnétisme | 6 | 3 | 1h30 | 3h00 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Thermodynamique | 6 | 3 | 1h30 | 3h00 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| **UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 6 Coefficients : 3** | **TP Electricité et magnétisme** | **2** | **1** | | | **1h00** | **15h00** | **35h00** | 100% | |
| | **TP Thermodynamique** | **2** | **1** | | | **1h00** | **15h00** | **35h00** | 100% | |
| | Initiation à la programmation | 2 | **1** | 1h30 | | 1h00 | 37h30 | 12h30 | 40% | 60% |
| **UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3** | Logiciels libres -open sources | 2 | 2 | 1h30 | **1h00** | | **37h30** | **12h30** | 40% | 60% |
| | **Nationalisme et Citoyenneté** | **1** | **1** | **1h30** | **-** | | **22h30** | **02h30** | | **100%** |
| **Total semestre 2** | | **30** | **17** | **10h30** | **10h30** | **4h00** | **375h00** | **375h00** | | |

## Semestre 3

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | **Cours** | **TD** | **TP** | | | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 2.1.1<br>Crédits : 10<br>Coefficients : 5 | Analyse 3 | 6 | 3 | 1h30 | 3h00 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Ondes et vibrations | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 2.1.2<br>Crédits : 9<br>Coefficients : 5 | Mécanique des fluides | 5 | 3 | 1h30 | 1h30 | 1h30 | 67h30 | 57h30 | 40% | 60% |
| | Chimie minérale | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique<br>Code : UEM 2.1<br>Crédits : 10<br>Coefficients : 6 | Probabilités et statistiques | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | programmation python | 2 | 2 | 1h30 | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 40% | 60% |
| | Dessin technique | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | TP Ondes et vibrations | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| UE Découverte<br>Code : UET 2.1<br>Crédits : 1<br>Coefficients : 1 | HSE Installations industrielles | 1 | 1 | **1h00** | | | **15h00** | **10h00** | | 100% |
| **Total semestre 3** | | **30** | **17** | **10h00** | **9h00** | **6h00** | **375h00** | 375h00 | | |

**Semestre 4**

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | **Cours** | **TD** | **TP** | | | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 2.2.1<br>Crédits : 9<br>Coefficients : 5 | Chimie des solutions | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Chimie organique | 5 | 3 | 1h30 | 1h30 | 1h00 | 60h00 | 55h00 | 40%<br>(20%TD+20%TP) | 60% |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 2.2.2<br>Crédits : 8<br>Coefficients : 4 | Thermodynamique chimique | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Cinétique chimique | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique<br>Code : UEM 2.2<br>Crédits : 11<br>Coefficients : 6 | Méthodes numériques | 5 | 3 | 1h30 | 1h30 | 1h30 | 67h30 | 57h30 | 40%<br>(20%TD+20%TP) | 60% |
| | Instrumentation - capteurs | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | TP Chimie des solutions et cinétique chimique | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| UE Transversale<br>Code : UET 2.2<br>Crédits : 2<br>Coefficients : 2 | Techniques d'information et de communication | 2 | 2 | 1h30 | 1h30 d'atelier | | 45h00 | 5h00 | 40% | 60% |
| **Total semestre 4** | | **30** | **17** | **10h30** | **9h00** | **5h30** | **375h00** | **375h00** | | |

**Semestre 5**

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | Cours | TD | TP | | | Contrôle Continu | Examen |
| **UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 12 Coefficients : 6** | Transfert de Chaleur | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Transfert de Matière | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Transfert de Quantité de Mouvement | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| **UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4** | Electrochimie | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Cinétique et catalyse homogène | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| **UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 8 Coefficients : 5** | Techniques d'analyse | 3 | 2 | 1h30 | | **1h30** | **45h00** | 30h00 | 40% | 60% |
| | TP Chimie Physique 1 et Génie chimique 1 | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | Bilans macroscopiques | 3 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 30h00 | 40% | 60% |
| **UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2** | procédés pharmaceutiques et agroalimentaires | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| | Pollution air, eau et sol | 1 | 1 | **1h00** | | | **15h00** | **10h00** | | 100% |
| **Total semestre 5** | | **30** | **17** | **13h00** | **9h00** | **3h00** | **375h00** | **375h00** | | |

**Semestre 6**

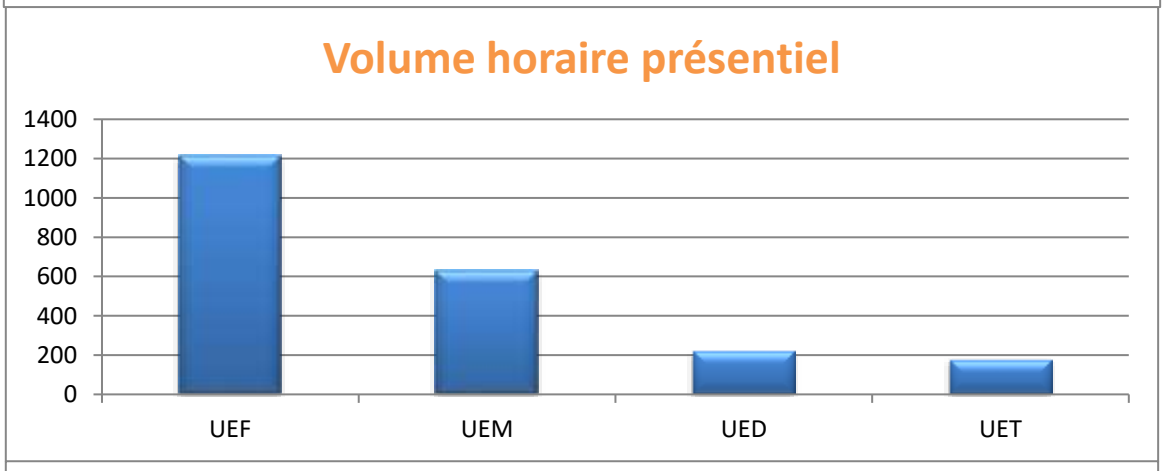
| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | Cours | TD | TP | | | Contrôle Continu | Examen |
| **UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5** | Opérations unitaires | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Thermodynamique des équilibres | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| **UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4** | Réacteurs homogènes | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Phénomènes de surface et catalyse hétérogène | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| **UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 9 Coefficients : 5** | Projet de Fin de Cycle | 4 | 2 | | | **3h00** | **45h00** | **55h00** | 100% | |
| | Simulateurs de procédés | 3 | 2 | 1h30 | | 1h30 | 37h30 | 37h30 | 40% | 60% |
| | TP chimie physique 2 et génie chimique 2 | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| **UE Découverte Code : UED 3.2 Crédits : 2 Coefficients : 2** | Procédés cryogéniques | 1 | 1 | **1h00** | | | **15h00** | **10h00** | | 100% |
| | Corrosion | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| **UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1** | Entrepreneuriat et lean start-up | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| **Total semestre 6** | | **30** | **17** | **13h00** | **6h00** | **6h00** | **375h00** | **375h00** | | |

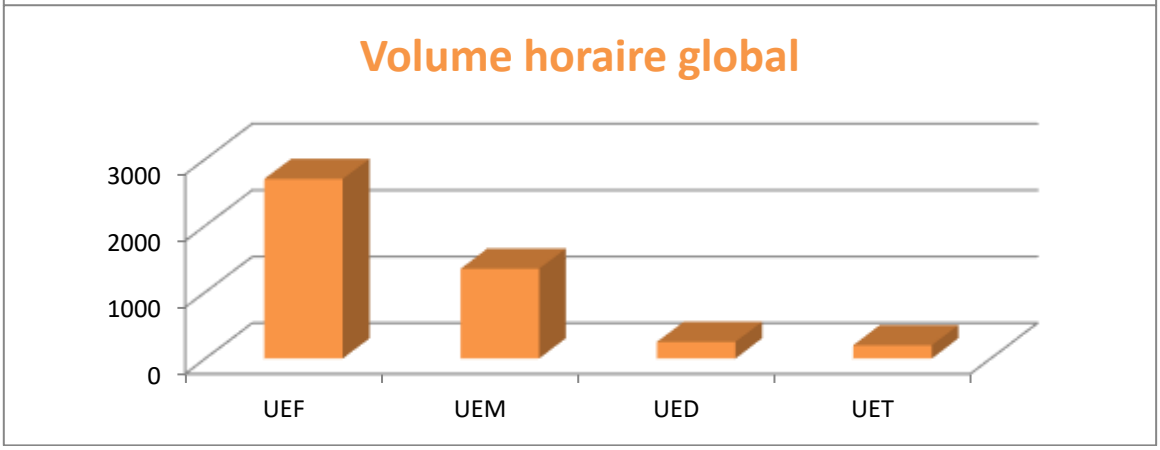
Les modes d'évaluation présentés dans ces tableaux, ne sont donnés qu'à titre indicatif, l'équipe de formation de l'établissement peut proposer d'autres pondérations.

## Récapitulatif global de la formation :

| UE / VH | UEF | UEM | UED | UET | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Cours | 585h00 | 202h30 | 112h30 | 135h00 | 1035h00 |
| TD | 720h00 | 90h00 | --- | --- | 810h00 |
| TP | ---<br>37h30 | 330h00 | --- | ---<br>37h30 | ~~420h00~~<br>405h00 |
| Travail personnel | 1582h30 | 627h30 | 12h30 | 27h30 | 2250h00 |
| Autre (préciser) | --- | --- | --- | --- | --- |
| Total | 2925h00 | 1250h00 | 125h00 | 200h00 | 4500h00 |
| Crédits | 117 | 50 | 5 | 8 | 180 |
| % en crédits pour chaque UE | 65% | 27,77% | 7,22% | | 100 % |



# III - Programme détaillé par matière

**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**
**Matière : Analyse 1**
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**
**Crédits: 6**
**Coefficient: 3**

**Pré requis :**
Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, …).

**Objectifs de l'enseignement**
Cette première matière d'Analyse I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : Propriétés de l'ensemble R**

1. Partie majorée, minorée et bornée.
2. Élément maximum, élément minimum.
3. Borne supérieure, borne inférieure.
4. Valeur absolue, partie entière.

**Chapitre 2 : Suites numériques réelles**

1. Suites convergentes.
2. Théorèmes de comparaison.
3. Théorème de convergence monotone.
4. Suites extraites.
5. Suites adjacentes.
6. Suites particulières (arithmétiques, géométriques, récurrentes)

**Chapitre 3 : Les fonctions réelles à une seule variable**

1. Limites et continuité des fonctions
2. Dérivée et différentielle d'une fonction
3. Applications aux fonctions élémentaires (puissance, exponentielle, hyperbolique, trigonométrique et logarithmique)

**Chapitre 4 : Développement limité**

1. Développement limité
2. Formule de Taylor
3. Développement limité des fonctions

**Chapitre 5: Intégrales simples**

1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.

**Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

**Références bibliographiques:**

1- K. Allab, Eléments d'analyse, Fonction d'une variable réelle, 1re& 2e années d'université, Office des Publications universitaires.
2- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
3- N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou

**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**

**Matière : Algèbre 1**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits: 4**
**Coefficient: 2**

**Pré requis :**
Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, …).

**Objectifs de l'enseignement**
Cette première matière d'Algèbre I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Les ensembles, les relations et les applications (5 semaines)**

1. Théorie des ensembles.
2. Relation d'ordre, Relations d'équivalence.
3. Application injective, surjective, bijective et fonction réciproque: définition d'une application, image directe, image réciproque, caractéristique d'une application.

**Chapitre 2 : Les nombres complexes (5 semaines)**

1. Définition d'un nombre complexe.
2. Représentation d'un nombre complexe : Représentation algébrique, représentation trigonométrique, représentation géométrique, représentation exponentielle.
3. Racines d'un nombre complexe : racines carrées, résolution de l'équation $az^2 + bz + c = 0$, racines nième d'un nombre complexe.

**Chapitre 3 : Espace vectoriel (5 semaines)**

1. Espace vectoriel, base, dimension (définitions et propriétés élémentaires).
2. Application linéaire, noyau, image, rang.

**Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

**Références bibliographiques:**


1. J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
2. N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou
3. M. Balabne, M. Duflo, M. Frish, D. Guegan, Géométrie – 2e année du 1er cycle classes préparatoires, Vuibert Université.
4. B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boshet, Exercices d'algèbre, 1er cycle scientifique préparation aux grandes écoles 2e année, Armand Colin – Collection U.


**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.3**

**Matière : Elément de mécanique**
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**
**Crédits: 6**
**Coefficient: 3**

**Prérequis :**
Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

**Objectifs :**
L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :
- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

**Contenu de la matière : Physique 1 (Mécanique)**

**Chapitre I : Rappel**
- Analyse dimensionnelle
- Analyse vectorielle

**Chapitre II : Cinématique**
- Notion de Référentiel
- Etude de mouvements dans l'espace (cas général, circulaire, rectiligne, coordonnées intrinsèques)
- Systèmes de coordonnées (cartésien, polaire, cylindrique, sphérique)
- Mouvement relatif (lois de compositions des vitesses et accélérations)

**Chapitre III : Dynamique**
- Principe d'inertie, Masse d'inertie et référentiel Galiléen
- Quantité de mouvement – Principe de conservation de la quantité de mouvement
- Notion de Force,
- Lois de Newton
- Equation différentielle du mouvement
- Différents types de force (gravitation, élastique, visqueuse,…)

**Chapitre IV : Mouvement de rotation**
- Moment cinétique, Moment d'une Force
- Théorème du moment cinétique et Moment d'inertie
- Applications : torsion, pendule,…

**Chapitre V : Travail, puissance, énergie**
- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle (gravitationnelle, élastique,…) et états d'équilibres.
- Forces conservatives et non conservatives.
- Conservation de l'énergie.
- Impulsion et chocs (élastique et inélastique)

**Travaux Pratiques de physique 1 :**

- Mesure et calculs des incertitudes

- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

**Mode d'évaluation:**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.4**
**Matière : Structure de la matière**
**VHS: 67h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**
**Crédits: 6**
**Coefficient: 3**

## Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie.

## Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : Notions fondamentales (2 Semaines)**
Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière, changements d'états de la matière, notions d'atome, molécule, mole et nombre d'Avogadro, unité de masse atomique, masse molaire atomique et moléculaire, volume molaire, Loi pondérale : Conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique, Aspect qualitatif de la matière, Aspect quantitatif de la matière.

**Chapitre 2 : Principaux constituants de la matière (3 Semaines)**
Introduction : Expérience de Faraday : relation entre la matière et l'électricité**,** Mise en évidence des constituants de la matière et donc de l'atome et**,** quelques propriétés physiques (masse et charge), Modèle planétaire de Rutherford, Présentation et caractéristiques de l'atome (Symbole, numéro atomique Z, numéro de masse A, nombre de proton, neutrons et électron), Isotopie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux.

**Chapitre 3 : Radioactivité – Réactions nucléaires**
**(2Semaines)**
Radioactivité naturelle (rayonnements $\alpha$, $\beta$ et $\gamma$), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité.

**Chapitre 4 : Structure électronique de l'atome (2Semaines)**
Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électroniques en mécanique ondulatoire.

**Chapitre 5 : Classification périodique des éléments (3 Semaines)**
Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater.

**Chapitre 6 : Liaisons chimiques (3 Semaines)**

La liaison covalente dans la théorie de Lewis, La Liaison covalente polarisée, moment dipolaire et caractère ionique partielle de la liaison, Géométrie des molécules : théorie de Gillespie ou VSEPR, La liaison chimique dans le modèle quantique.

**Mode d'évaluation:**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

**Références bibliographiques**


1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3e édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2ème cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.
9. M. Karapetiantz, Constitution de la matière, Ed. Mir, 1980.


**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement: UEM 1.1.1**

**Matière : TP Eléments de mécanique**
**VHS: 22H30 (TP: 3h00)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 1**

**Prérequis :**
Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

**Objectifs :**
L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :
- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

**Travaux Pratiques Eléments de mécanique :**

- Mesure et calculs des incertitudes
- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

***Remarque :***
*Les enseignants chargés du module peuvent réaliser d'autres TP en relation avec la matière selon le matériel pédagogique disponible*

**Mode d'évaluation:**
**Contrôle continu 100%**

**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement: UEM 1.1.2**
**Matière : TP Structure de la matière**
**VHS: 22h30 (TD: 1h30)**

**Crédits: 2**
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement**

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie.

**Connaissances préalables recommandées**

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

**Travaux Pratiques « Structure de la matière »**

**TP N° 1 :** TP préliminaire : Sécurité au laboratoire de chimie et description du matériel et de la verrerie.
**TP N° 2 :** Changement d'état de l'eau : Passage de l'état liquide à l'état solide et de l'état liquide à l'état vapeur.
**TP N° 3 :** Détermination de la quantité de matière.
**TP N° 4 :** Détermination de la masse moléculaire.
**TP N° 5 :** Calcul d'incertitudes - Détermination du rayon ionique
**TP N° 6 :** Détermination des volumes molaires partiels dans une solution binaire.
**TP N° 7 :** Analyse qualitative des Cations ($1^{er}$, $2^{ème}$, $3^{ème}$ et $4^{ème}$ groupe).
**TP N° 8 :** Analyse qualitative des Anions.
**TP N° 9 :** Identification des ions métalliques par la méthode de la flamme
**TP N°10 :** Séparation et recristallisation de l'acide benzoïque.
**TP N°11 :** Construction et étude de quelques structures compactes.
**TP N°12 :** Étude des structures ioniques

***Remarque :***
*Les enseignants chargés du module peuvent réaliser d'autres TP en relation avec la matière selon le matériel pédagogique disponible*

**Mode d'évaluation:**

**Contrôle continu 100%**

**Références bibliographiques**

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3e édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2ème cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.
9. M. Karapetiantz, Constitution de la matière, Ed. Mir, 1980.

**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement: UEM 1.1.3**
**Matière : Structure des ordinateurs et applications**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)**

**Crédits: 2**
**Coefficient: 2**

**Objectif et recommandations:**
L'objectif de la matière est de permettre aux étudiants d'apprendre à programmer avec un langage évolué (Fortran, Pascal ou C). Le choix du langage est laissé à l'appréciation de chaque établissement. La notion d'algorithme doit être prise en charge implicitement durant l'apprentissage du langage.

**Connaissances préalables recommandées**
Notions élémentaires de la technologie du Web.

**Contenu de la matière:**

**Partie 1. Introduction à l'informatique (5 Semaines)**

1- Définition de l'informatique
2- Evolution de l'informatique et des ordinateurs
3- Les systèmes de codage des informations
4- Principe de fonctionnement d'un ordinateur
5- Partie matériel d'un ordinateur
6- Partie système
Les systèmes de base (les systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS,...)
Les langages de programmations, les logiciels d'application

**Partie 2. Notions d'algorithme et de programme (10 Semaines)**

1- Concept d'un algorithme
2- Représentation en organigramme
3- Structure d'un programme
4- La démarche et analyse d'un problème
5- Structure des données : Constantes et variables, Types de données
6- Les opérateurs: opérateur d'affectation, Les opérateurs relationnels, Les opérateurs logiques, Les opérations arithmétiques, Les priorités dans les opérations
7- Les opérations d'entrée/sortie
8- Les structures de contrôle : Les structures de contrôle conditionnel, Les structures de contrôle répétitives

**TP Informatique 1 :**

Les TP ont pour objectif d'illustrer les notions enseignées durant le cours. Ces derniers doivent débuter avec les cours selon le planning suivant :
• TP d'initiation et de familiarisation avec la machine informatique d'un point de vue matériel et systèmes d'exploitation (exploration des différentes fonctionnalités des OS)
• TP d'initiation à l'utilisation d'un environnement de programmation (Edition, Assemblage, Compilation, etc.)
• TP d'application des techniques de programmation vues en cours.

**Mode d'évaluation:** **Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.**

**Références bibliographiques**

1- John Paul Mueller et Luca Massaron, Les algorithmes pour les Nuls grand format, 2017.
2- Charles E. Leiserson, Clifford Stein et Thomas H. Cormen, Algorithmique: cours avec 957 exercices et 158 problèmes, 2017.
3- Thomas H. Cormen, Algorithmes: Notions de base, 2013.

**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement : UET 1.1.1**
**Matière : Dimension éthique et déontologique (les fondements)**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce cours a pour objectif principal de faciliter l'immersion d'un individu dans la vie étudiante et sa transition en adulte responsable. Il permet de développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail, de sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle et leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

**Connaissances préalables recommandées:**

Aucune

**Contenu de la matière:**

**I. Notions Fondamentales – مفاهم أساسية (2 semaines)**

Définitions :

1. Morale :
2. Ethique :
3. Déontologie « Théorie de Devoir »:
4. Le droit :
5. Distinction entre les différentes notions
   - A. Distinction entre éthique et Morale
   - B. Distinction entre éthique et déontologie

**II. Les Référentiels – المرجعيات (2 semaines)**

Les références philosophiques
La référence religieuse
L'évolution des civilisations
La référence institutionnelle

**III. La Franchise Universitaire – الحرم الجامعي (3 semaines)**

Le Concept des franchises universitaires
Textes réglementaires
Redevances des franchises universitaires
Acteurs du campus universitaire

**IV. Les Valeurs Universitaires – القيم الجامعية (2 semaines)**

Les Valeurs Sociales
Les Valeurs Communautaires
Valeurs Professionnelles

**V. Droits et Devoirs (2 semaines)**

Les Droits de l'étudiant
Les devoirs de l'étudiant
Droits des enseignants
Obligations du professeur-chercheur
Obligations du personnel administratif et technique

**VI. Les Relations Universitaires (2 semaines)**

Définition du concept de relations universitaires
Relations étudiants-enseignants
Relation étudiants – étudiants
Relation étudiants - Personnel
Relation Etudiants – Membres associatifs

**VII. Les Pratiques (2 semaines)**

Les bonnes pratiques Pour l'enseignant
Les bonnes pratiques Pour l'étudiant

**Mode d'évaluation:**

**Examen:100%.**

**Références bibliographiques**


1. Recueil des cours d'éthique et déontologie des universités algériennes.
2. BARBERI (J.-F.), 'Morale et droit des sociétés', *Les Petites Affiches,* n° 68, 7 juin 1995.
3. J. Russ, *La pensée éthique contemporaine*, Paris, puf, *Que sais-je ?,* 1995.
4. LEGAULT, G. A., Professionnalisme et délibération éthique, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2003.
5. SIROUX, D., 'Déontologie', dans M. Canto-Sperber (dir.), Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004.
6. Prairat, E. (2009). Les métiers de l'enseignement à l'heure de la déontologie. *Education et Sociétés, 23*.
7. https://elearning.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/mod_resource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf .

**Semestre: 1**
**Unité d'enseignement : UET 1.1.2**
**Matière : Histoire de l'Algérie**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants une vision globale et chronologique des grandes étapes de l'histoire de l'Algérie, depuis l'avènement de l'islam jusqu'à l'édification de l'État national indépendant. Il permet de comprendre les dynasties musulmanes, la régence ottomane, la colonisation française, les résistances populaires, le mouvement national et la révolution de libération. Il vise également à développer l'esprit critique de l'étudiant face aux sources historiques et à renforcer sa conscience identitaire et son attachement à la mémoire nationale.

## Connaissances préalables recommandées

Aucune.

## Contenu de la matière

**I. L'Algérie et l'âge d'or de la civilisation islamique (VIIe – XVIe siècle) – ازدهار وعصر الجزائر الإسلامية الحضارة** *(2 semaines)*

- La conquête islamique du Maghreb et le rôle de l'Algérie dans la diffusion de l'islam en Afrique.
- Les savants et érudits algériens (Ibn Khaldoun, Abderrahmane Thaâlibi, Abou Zeid El Kairouani, Abdelhamid Ibn Badis…).
- Les mouvements réformistes religieux et la résistance culturelle face à la pénétration européenne.
- Les dynasties musulmanes d'Algérie : Rostémides, Fatimides, Zirides, Hammadides, Almohades, Zianides et Hafsides.
- La vie scientifique, culturelle et urbaine : zaouïas, médersas, traduction, architecture islamique.

**II. L'Algérie ottomane : pouvoir, marine et diplomatie (1519-1830) – العثماني العهد في الجزائر: والدبلوماسية والبحرية السلطة** *(3 semaines)*

- Le contexte du rattachement d'Alger à la Régence ottomane et les étapes du pouvoir (Beylerbeys, Pachas, Aghas, Deys).
- L'organisation politique, administrative, militaire et économique de la Régence.
- La marine algérienne : naissance, apogée (XVIe-XVIIe siècle), déclin, puis disparition avec l'occupation française.
- Les relations internationales de l'Algérie avec l'Empire ottoman, les puissances européennes et les puissances émergentes (États-Unis, Russie).
- La vie sociale, culturelle et religieuse de l'Algérie à l'époque ottomane.

**III. La conquête française et l'effondrement de la souveraineté nationale (1830-1847) – الوطنية السيادة وانهيار الفرنسي الاحتلال** *(3 semaines)*

- Le contexte international et interne précédant l'occupation, et l'incident dit du « coup d'éventail » (1827).
- La campagne militaire française, le débarquement de Sidi-Ferruch et la chute d'Alger (5 juillet 1830).
- Les méthodes de l'occupation coloniale et ses premières conséquences politiques, économiques et socioculturelles.

- La résistance de l'Émir Abdelkader (1832-1847) : l'émirat, les grandes batailles, les traités et la reddition.
- La résistance d'Ahmed Bey à Constantine (1830-1848).

**IV. Les résistances populaires (1850-1871) – المقاومات الشعبية** *(2 semaines)*

- Les résistances des zaouïas et des tribus (Zaâtcha, Ouled Sidi Cheikh, Bouamama…).
- La résistance d'El Mokrani et du Cheikh El Haddad (1871) : causes, déroulement, répression.
- Les caractéristiques communes des résistances populaires : spontanéité, dispersion géographique, absence de direction unifiée.
- Les conséquences de la répression française (confiscations de terres, déportations en Nouvelle-Calédonie).

**V. Le mouvement national et la préparation de la révolution (1900-1954) – الحركة الوطنية للثورة والتحضير** *(2 semaines)*

- Les courants politiques et intellectuels : l'élite réformiste, l'Association des Oulémas musulmans algériens, le Parti communiste algérien, l'Étoile nord-africaine puis le PPA.
- L'évolution du mouvement national pendant la Seconde Guerre mondiale, le Manifeste du peuple algérien (1943) et les massacres du 8 mai 1945.
- La crise du parti du peuple et du MTLD, la création de l'Organisation spéciale (OS) et la réunion historique des « 22 » (juin 1954).

**VI. La Révolution de libération et la construction de l'État indépendant (1954-1978) – ثورة التحرير وبناء الدولة المستقلة** *(3 semaines)*

- Le déclenchement de la révolution du 1er novembre 1954 et les réactions locales et internationales.
- Les grandes étapes de la révolution (1954-1962) : Congrès de la Soummam, internationalisation de la cause algérienne, négociations et accords d'Évian.
- L'indépendance (5 juillet 1962) et les premiers défis de l'État algérien naissant.
- Les grandes réformes politiques, économiques (nationalisations, plans de développement) et éducatives de la période 1962-1978.

## Mode d'évaluation

Examen : 100%.

## Références bibliographiques


1. Mahfoud Kaddache, L'Algérie durant la période ottomane, Office des Publications Universitaires, Alger.
2. Mahfoud Kaddache, Histoire du nationalisme algérien (1919-1951), SNED, Alger, 1980.
3. Abou El Kacem Saadallah, تاريخ الجزائر الثقافي (Histoire culturelle de l'Algérie), plusieurs tomes.
4. Charles-Robert Ageron, Histoire de l'Algérie contemporaine, PUF, Paris, 1979.
5. Charles-André Julien, Histoire de l'Afrique du Nord, Payot, Paris.
6. Yves Lacoste, André Nouschi, André Prenant, L'Algérie, passé et présent, Éditions sociales, Paris, 1960.
7. Ministère des Moudjahidine et des Ayants droit, documents et archives officielles sur la Révolution algérienne.

# III - Programme détaillé par matière

## Semestre 2

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**
**Matière : Analyse 2**
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**
**Crédits: 6**
**Coefficient: 3**

**Prérequis :**
Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives et des mathématiques enseignées en S1

**Objectifs :**
De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- les méthodes de résolution d'équations différentielles nécessaires pour les problèmes rencontrés en ingénierie et en physique
- les méthodes de calcul de dérivabilité et d'intégrales des fonctions à plusieurs variables ( surfaces volumes), les différentes formes de développement limité

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Equations différentielles ordinaires**

**1. Equations différentielles ordinaires du premier ordre**

1.1 Note Historique.
1.2 Modèle physique conduisant à une équation différentielle.
1.3 Définitions générales
1.4 Notions générales sur les équations différentielles du premier ordre.
Solution générale. Solution particulière.
1.5 Equations à variables séparées et séparables.
1.6 Equations homogènes du premier ordre. Définitions et exemples.
Résolution de l'équation homogène.
1.7 Equations se ramenant aux équations homogènes.
Résolution de l'équation linéaire.
1.8 Equation de Bernoulli.
Définition. Résolution de l'équation de Bernoulli.

**2. Equations différentielles du second ordre**

2.1 Note Historique.
2.2 Equations linéaires homogènes. Définitions et propriétés générales.
2.3 Equations linéaires homogènes du second ordre à coefficients constants
Les racines de l'équation caractéristique sont réelles et distinctes.
Les racines de l'équation caractéristique sont complexes.
L'équation caractéristique admet une racine réelle double.
2.4 Equations différentielles linéaires homogènes d'ordre n à coefficients constants.
Définition. Solution générale. Méthode générale de calcul de n solutions linéairement indépendantes de l'équation homogène.
2.5 Equations linéaires non homogènes du second ordre
Méthode de la variation des constantes arbitraires.
2.6 Equations linéaires non homogènes du second ordre à coefficients constants
Cas où le second membre est de la forme

a. Le nombre n'est pas une racine de l'équation caractéristique :
b. est une racine simple de l'équation caractéristique :
c. est une racine double de l'équation caractéristique :

Cas où le second membre est de la forme

a. si n'est pas racine de l'équation caractéristique :

b. si est racine de l'équation caractéristique :

**Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables. Notions de limite, continuité, dérivées partielles, différientiabilité**

2.1 Note historique

2.2 Domaine de définition.

2.3 Notion de limite.

Introduction. Notion de voisinage. Définition de la limite d'une fonction de deux variables. Ne pas confondre limite suivant une direction et limite.

2.4 Continuité des fonctions de deux variables.

2.5 Dérivées partielles d'ordre un.

Définition des dérivées partielles d'ordre un d'une fonction de 2 variables en un point $(x_0,y_0)$

La fonction dérivée partielle. Dérivées partielles d'ordre deux. Continuité et existence des dérivées partielles $((\partial f)/(\partial x))$ et $((\partial f)/(\partial y))$

2.6 Fonctions différentiables.

Introduction. Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions d'une variable réelle $f:\mathbb{R}\rightarrow\mathbb{R}$.

Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions de deux variables $f:\mathbb{R}^2\rightarrow\mathbb{R}$

Relation entre fonction différentiable et existence des dérivées partielles $((\partial f)/(\partial x))$ et $((\partial f)/(\partial y))$. Relation entre différentiabilité et continuité.

2.7 Notion de différentielle d'une fonction de deux variables.

2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.

Dérivées partielles des fonctions composées du type 1. Dérivées des fonctions composées du type 2.

2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.

Dérivées partielles d'ordre n, $n>2$.

2.10 Optimisation différentiable dans $\mathbb{R}^2$.

Définitions d'optimum local et global. Conditions nécessaires d'optimalité. Conditions suffisantes d'optimalité.

**Chapitre 3**

**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 $\mathbb{R}$ .

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.

**Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

**Références bibliographiques:**

[1] Kada Allab, Eléments d'Analyse. Office des publications Universitaires. Ben Aknoun. Alger 1984
[2] N. Piskounov, Calcul différentiel et integral. Editions Mir. Moscou 1978
[3] J. Dixmier, Cours de mathématiques du premier cycle. 1ère année. Gauthiers-Villars. Paris 1976
[4] R. Murray Spiegel. Théorie et applications de l'Analyse. McGraw-Hill, Paris 1973
[5] G. Flory, Topologie, Analyse. Exercices avec solutions. Vuibert. Paris 1978

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**
**Matière : Algèbre 2**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits: 3**
**Coefficient: 2**

**Prérequis :**
- Algèbre 1

**Objectifs :**
- Consolider les acquis du 1er semestre.
- Etudier de nouveaux concepts : somme de plusieurs sous-espaces vectoriels, sous-espaces stables, trace.
- Passer du registre géométrique au registre matriciel et inversement.

**Contenu de l'enseignement :**

**Chapitre 1 :** Espaces vectoriels
- Définition (sur $\mathbb{R}$ et$\mathbb{C}$).
- Sous-espaces vectoriels.
- Somme de sous-espaces.
- Sous-espaces supplémentaires.
- Famille libre. Famille liée. Base (finie).

**Chapitre 2 :** Applications linéaires
- Définition (opérations).
- Noyau et image.
- Rang d'une application linéaire.
- Théorème du rang.
- Caractérisation de l'injection, de la surjection et de la bijection.

**Chapitre 3 :** Matrices, matrices associées et déterminants
- Définition (comme tableau de nombres). Matrices particulières.
- Opérations sur les matrices. L'espace vectoriel des matrices.
- Déterminants (définition (ordre 2, 3 et généralisation) et propriétés).
- Matrice inversible.
- Ecriture matricielle d'une application linéaire.
- Correspondance entre les opérations sur les applications linéaires et celles sur les matrices.
- Matrice de changement de bases (matrice de passage).
- Effet d'un changement de base sur la matrice d'une application linéaire.

**Chapitre 4 :** Systèmes d'équations linéaires
- Définitions et interprétations.
- Systèmes de Cramer (cas général).

**Chapitre 5 :** Réduction des matrices.

- Valeurs propres.
- Vecteurs propres.
- Polynômes caractéristiques. Théorème de Cayley-Hamilton.
- Caractérisation des matrices diagonalisables.
- Caractérisation des matrices trigonalisables.
- Applications de la réduction.

**Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

**Références bibliographiques :**


- A.KUROSH : Cours d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- D.FADEEV et I.SOMINSKY : Recueil d'exercices d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 1 VUIBERT.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 2 VUIBERT.
- LEBSIR HABIB : Travaux dirigés d'algèbre générale. Dar el-houda Ain M'LILA.
- Jean-Pierre Escofier : Toute l'algèbre de la licence. Cours et exercices corrigés. Dunod.
- J.Lelong-Ferrand, J.M.Arnaudiès : Cours de mathématiques. Tome 1 Algèbre 3$^{e}$édition. Classes préparatoires 1$^{er}$cycle universitaire. Dunod.
- A.DONEDDU : ALGEBRE ET GEOMETRIE 7 Mathématiques spéciales Premier cycle universitaire. VUIBERT.
- COLLET Valérie : MATHS Toute la deuxième année. ellipses

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.3**
**Matière : Electricité et magnétisme**
**VHS: 67h30 (Cours : 1h30 – TD 3h00)**
**Crédits: 6**
**Coefficient: 3**

**Pré-requis :**

- Notions de champ vectoriel et champ scalaire.
- Notions de calcul vectoriel.
- Charges électriques.

**Objectifs:**

- Identifier les sources des champs électrique et magnétique.
- Calculer et différencier les champs vectoriel et scalaire.
- Calculer le champ et le potentiel électriques produits par une distribution de charge.
- Calculer le champ magnétique produit par un courant électrique.

## Contenu de la matière :

**Chapitre 1 : Champ et potentiel électrostatique**

– La charge ponctuelle.
– La force électrique et loi de Coulomb.
– Champ et potentiel électrique (distribution discontinue de charge).
– Dipôle électrique : champ et potentiel électrique.
– Action du champ électrique sur un dipôle (orientation et état d'équilibre).
– Champ et potentiel électrique (distribution continue de charge).
– Théorème de Gauss.

**Chapitre 2 : Les Conducteurs**

– Propriétés de base.
– Charge induite et phénomènes d'influences
– Pression électrostatique. – Condensateurs, capacité (différents types), énergie emmagasinée.

**Chapitre 3 : Courant électrique**

– Notions d'intensité et de densité de courant.
– Résistance et loi d'Ohm, loi de Joule.

**Chapitre 4 : Magnétostatique**

– Introduction.
– Force magnétique et loi de Lorentz.
– Action d'un champ magnétique sur un courant électrique.
– Champ magnétique produit par un courant stationnaire : loi de Biot-Savart.
– Circulation du champ magnétique.
– Rotationnel du champ magnétique et loi d'Ampère.
– Flux du champ magnétique à travers une boucle fermée et induction.
– Equations de Maxwell.

**Mode d'évaluation :** **Contrôle continu 40% Examen 60%.**

**Références bibliographiques :**

Physique, 2. Electricité et magnétisme, Harris Benson, éditions de Boeck.
Physique, 2. Electricité et magnétisme, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
Physique Générale, Electricité et magnétisme, Douglas Giancoli, éditions de Boeck

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.4**
**Matière : Thermodynamique**
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**
**Crédits: 6**
**Coefficient: 3**

**Objectifs :**
Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

## Contenu de la matière

Chapitre I : **Notions de base en thermodynamique**
- I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
- I.2 Propriétés et états d'un système
- I.3 Processus, équilibre et cycle thermodynamique
- I.4 Densité, volume spécifique,
- I.5 Pression, température et énergie

Chapitre II: **Propriétés thermodynamiques des substances pures**
- II.1 Le gaz parfait
- II.2 Comportement réel des gaz
- II.3 Etats correspondants et écarts résiduels
- II.4 Propriétés des liquides et solides

Chapitre III: **Concepts fondamentaux de la thermodynamique**
- II.1 Premier principe et applications
- II.2 Entropie et deuxième principe
- II.3 Bilan entropique et irréversibilité
- II.4 Propriétés de l'énergie libre et équilibre thermodynamique
- II.5 Potentiel chimique et fugacité

Chapitre IV: **Equilibres des processus physiques**
- IV.1 Equilibres de phase d'une substance pure
- IV.2 Propriétés thermodynamiques des transitions de phase
- IV.3 Comportement idéal des mélanges gazeux, liquides et solides
- IV.4 Equilibres de phases d'un composé en mélange idéal
- IV.5 Solubilité idéale et coefficient de partage

## Modalités d'évaluation :

**Contrôle continu 40% Examen 60%.**

## References bibliographiques:


[1] Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
[2] Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,
[3] Stanley I.Sandler,Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
[4] Elliot,J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999)
[5] Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
[6] Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John Wiley and sons

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UEM 1.2.1**
**Matière 1: TP Electricité et magnétisme**
**VHS: 15h00 (TP: 1h00)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement**

Consolider à travers des séances de Travaux Pratiques les notions théoriques abordées dans le cours de Physique 2.

**Connaissances préalables recommandées**

Mathématiques 1, Physique 1.

**Contenu de la matière:**

**5 manipulations au minimum (3h00 / 15 jours)**

- Présentation des instruments et outils de mesure (Voltmètre, Ampèremètre, Rhéostat, Oscilloscopes, Générateur, etc.).
- Les lois de Kirchhoff (loi des mailles, loi des nœuds).
- Théorème de Thévenin.
- Association et Mesure des inductances et capacités
- Charge et décharge d'un condensateur
- Oscilloscope
- TP sur le magnétisme

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UEM 1.2.2**
**Matière : TP Thermodynamique**
**VHS: 15h30 (TP: 1h00)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 1**

**Pré requis :**

**Néant**

**Objectifs :**

Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

**Travaux Pratiques de Thermodynamique :**

**TP N° 1 :** Etude de l'équation d'état d'un gaz parfait.
**TP N° 2 :** Valeur en eau du calorimètre.
**TP N° 3 :** Chaleur massique : chaleur massique des corps liquides et solides.
**TP N° 4 :** Etude de la solidification de l'eau pure.
**TP N° 5 :** Chaleur latente : Chaleur latente de fusion de la glace.
**TP N° 6 :**Détermination de la chaleur latente de vaporisation.
**TP N° 7 :** Chaleur de réaction: Détermination de l'énergie libérée par une réaction chimique (HCl/NaOH).
**TP N° 8 :** Les fonctions thermodynamiques d'un équilibre Acide –Base.
**TP N° 9 :** Etude de la variation de la pression en fonction de la température à l'équilibre (l-g) pour un système pur : eau.
**TP N° 10 :** Tension de vapeur d'une solution.
**TP N°11 :** Diagramme d'équilibre pour un système binaire.
**TP N°12 :** Diagramme d'équilibre pour un système ternaire.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100% ;

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UEM 1.2.3**
**Matière : Initiation à la programmation**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 1**

## Objectifs de l'enseignement

- Acquérir les bases fondamentales en programmation
- Maîtriser la syntaxe et les structures du langage C
- Comprendre les concepts algorithmiques de base
- Développer des compétences en résolution de problèmes par programmation
- Implémenter des programmes fonctionnels en langage C
- Acquérir les bonnes pratiques de programmation et de documentation du code

## Connaissances préalables recommandées

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Notions élémentaires de mathématiques (niveau terminale)
- Compétences de base en utilisation d'un ordinateur
- Connaissance basique d'un système d'exploitation

## Contenu de la matière :

**Chapitre 1 : Introduction à l'informatique et à la programmation (1 Semaines)**

- Histoire des langages de programmation, Notion d'algorithme et de programmation, Le processus de développement d'un programmem Présentation de l'environnement de développement

**Chapitre 2 : Structure d'un programme C et types de données (2 Semaines)**

- Structure fondamentale d'un programme C ; Variables et constantes ; Types de données primitifs (int, float, double, char), Opérations arithmétiques et logiques

**Chapitre 3 : Entrées/Sorties et expressions (2 Semaines)**

- Utilisation des fonctions printf() et scanf(), Formatage des donnéesm Expressions et ordre d'évaluationm Conversions de types

**Chapitre 4 : Structures de contrôle conditionnelles et de de contrôle itératives (3 Semaines)**

- Instructions if-elsem Opérateurs de comparaisonm Opérateurs logiquesm Structure switch-casem Boucles while et do-whilem Boucle form Imbrication des bouclesm Instructions break et continue

**Chapitre 5 : Fonctions et Tableaux et chaînes de caractères (3 Semaines)**

- Définition et déclaration de fonctionsm Passage de paramètresm Valeurs de retourm Fonctions récursives, Déclaration et utilisation des tableauxm Tableaux multidimensionnelsm Chaînes de caractères en Cm Fonctions standard pour les chaînes

**Chapitre 6 : Pointeurs et allocation dynamique (2 Semaines)**

- Concept d'adresse mémoirem Opérateurs & et *m Allocation et libération de mémoirem Relation entre tableaux et pointeurs

**Chapitre 7 : Structures et énumérations (2 Semaines)**

- Définition de types structurésm Accès aux membresm Tableaux de structuresm Énumérations

## Travaux pratiques TP :

**TP 1 : Prise en main de l'environnement**
- Installation de l'IDE (Code::Blocks, Visual Studio Code avec extensions C)
- Premier programme "Hello World"
- Compilation et exécution
- Correction d'erreurs simples

**TP 2 : Variables et expressions**
- Déclaration et initialisation de variables
- Opérateurs arithmétiques
- Calculs simples et affichage des résultats

**TP 3 : Structures conditionnelles et Structures itératives**
- Implémentation de programmes avec if-else
- Utilisation de switch-case
- Opérateurs de comparaison et logiques
- Implémentation de boucles while, do-while et for
- Création de compteurs et accumulateurs
- Validation d'entrées utilisateur

**TP 4 : Fonctions**
- Création et appel de fonctions
- Passage de paramètres par valeur
- Organisation du code en fonctions

**TP 5 : Tableaux unidimensionnels et multidimensionnels**
- Manipulation des tableaux
- Recherche et tri (algorithmes simples)
- Passage de tableaux aux fonctions
- Création et manipulation de matrices
- Opérations sur les matrices

**TP 6 : Chaînes de caractères**
- Manipulation de chaînes avec les fonctions de la bibliothèque string.h
- Traitement de texte

**TP 7 : Pointeurs et allocation dynamique**
- Utilisation de pointeurs
- Allocation et libération de mémoire
- Tableaux dynamiques

**TP 8 : Fichiers**

**Mode d'évaluation:**

**Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.**

**Références bibliographiques:**


1. Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (2022). *Le langage C : Norme ANSI*, 2e édition. Dunod.
2. Perry, G. (2007). Exercices corrigés sur le Langage C, 2e édition . Dunod.
3. Delannoy, C. (2016). *Programmer en langage C : Cours et exercices corrigés*, 5eme édition. Eyrolles.
4. Tanenbaum, A. S. (2008). Systèmes d'exploitation Avec plus de 400 exercices, 3e édition. Pearson.
5. *Yves*, M. (2009). C en action Solutions et exemples pour les programmeurs en C, 2e édition, ENI, ISBN10 : 2746052563.
6. Ressources en ligne :
   - *Learn C Programming* sur https://www.learn-c.org/
   - *C Programming* sur https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement: UET 1.2**
**Matière : Logiciels Libres et Open Source**
**VHS:37h30 (Cours: 1h30 & Atelier : 1h00)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière vise à familiariser les étudiants avec l'écosystème des logiciels libres et open source, leurs fondements philosophiques et techniques, et leur application pratique pour remplacer les solutions propriétaires. À l'issue de cette formation, les étudiants seront capables de :

- Comprendre les concepts fondamentaux des logiciels libres et open source
- Maîtriser les principales licences libres et leurs implications légales
- Identifier et utiliser les alternatives libres aux logiciels propriétaires courants
- Installer et configurer des solutions libres adaptées au contexte algérien
- Adopter une approche éthique et collaborative du développement logiciel

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Fondements du logiciel libre (2 semaines)**
- Histoire du mouvement du logiciel libre et open source
- Différence entre "free software" et "open source"
- Philosophie de Richard Stallman et le projet GNU
- Impact économique et social des logiciels libres en Algérie et dans le monde

**Chapitre 2 : Cadre juridique et licences (2 semaines)**
- Introduction au droit d'auteur appliqué aux logiciels
- Licences libres principales : GPL, LGPL, BSD, MIT, Apache
- Compatibilité entre licences
- Implications pour les institutions éducatives et entreprises algériennes

**Chapitre 3 : Systèmes d'exploitation libres (3 semaines)**
- Introduction à GNU/Linux
- Présentation des distributions adaptées au contexte éducatif
- Principes d'installation et configuration de base
- Commandes fondamentales et gestion des paquets

**Chapitre 4 : Solutions bureautiques libres (3 semaines)**
- LibreOffice comme alternative à Microsoft Office
  - ✓ Writer (traitement de texte)
  - ✓ Calc (tableur)
  - ✓ Impress (présentation)
- Formats ouverts de documents
- Migration des documents existants
- Configuration pour le contexte algérien (langue, formats)

**Chapitre 5 : Solutions créatives et développement (3 semaines)**
- Alternatives graphiques : GIMP, Inkscape
- Outils de développement : IDE libres, Git
- Outils web : navigateurs libres, CMS open source
- Bases de données libres : MySQL/MariaDB, PostgreSQL

**Chapitre 6 : Perspectives et avenir des logiciels libres (2 semaines)**
- Communautés open source et méthodes de contribution
- Modèles économiques du logiciel libre
- Politiques publiques et logiciels libres en Algérie
- Opportunités professionnelles liées aux logiciels libres

**Ateliers :**

**Atl. 1 : Découverte de Linux**

- Installation d'une distribution Linux en machine virtuelle
- Configuration de base et personnalisation du système
- Navigation dans l'interface et utilisation des commandes de base

**Atl. 2 : Gestion des logiciels sous Linux**

- Utilisation des gestionnaires de paquets
- Installation et mise à jour de logiciels
- Configuration des dépôts logiciels

**Atl. 3 : Migration vers LibreOffice**

- Installation et configuration de LibreOffice
- Création et édition de documents avec Writer
- Conversion des formats propriétaires vers les formats ouverts
- Création de modèles adaptés aux besoins de l'étudiant

**Atl. 4 : Tableurs et présentations libres**

- Utilisation avancée de Calc (formules, graphiques)
- Création de présentations avec Impress
- Compatibilité avec les formats existants
- Travail collaboratif sur documents

**Atl. 5 : Traitement d'image et graphisme**

- Utilisation de GIMP pour l'édition d'images
- Création graphique avec Inkscape
- Comparaison avec les outils propriétaires correspondants
- Réalisation d'un projet graphique simple

**Atl. 6 : Web et bases de données libres**

- Installation et configuration d'un CMS open source (WordPress, Joomla)
- Configuration d'une base de données MariaDB
- Création d'un site web simple
- Sécurisation de base

**Atl. 7 : Développement collaboratif**

- Utilisation de Git pour la gestion de versions
- Configuration d'un environnement de développement libre
- Participation à un mini-projet collaboratif
- Utilisation d'une forge logicielle (GitHub, GitLab)

**Mode d'évaluation :**

**examen 60% et CC : 40%**

**Références bibliographiques :**


1. Stallman, R. (2002). "Free as in Freedom : Richard Stallman's Crusade for Free Software", 1st Edition, O'Reilly Media.
2. Mathieu , N. (2012). " Reprenez le contrôle à l'aide de Linux - 2e édition". EYROLLES.
3. Stutz, M. (2001). " The Linux Cookbook: Tips and Techniques for Everyday". No Starch Press.
4. Collectif Eni. (2009). " Initiation aux logiciels libres OpenOffice.org 3, Firefox 3 et Thunderbird". ENI Editions.
5. François, E. (2009). "L'économie du logiciel libre". EYROLLES.
6. Marie, C. (2014). " Des logiciels libres pour le Maghreb ? Des opportunités théoriques aux réalités empiriques ". Institut de recherche sur le Maghreb contemporain.
1. Documentation du projet GNU: https://www.gnu.org/doc/doc.html
2. Stallman, R. M. (2002). *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman.* GNU Press.

**Semestre: 2**
**Unité d'enseignement : UET 1.2**
**Matière 2:** Nationalisme et Citoyenneté
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**
**Crédits: 1**
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours vise à faire acquérir aux étudiants les concepts fondamentaux relatifs à la patrie, à la citoyenneté et à l'unité nationale, et à leur faire prendre conscience du rôle de l'histoire dans la construction de la mémoire collective et de l'identité nationale. Il met l'accent sur le rôle de la famille, de l'école et de l'université dans le renforcement de l'appartenance nationale, ainsi que sur l'importance de la cohésion du front intérieur face aux défis internes et externes. Il a pour finalité de former un citoyen conscient de ses droits et de ses devoirs, attaché aux constantes nationales et capable de contribuer positivement à la stabilité et au développement du pays.

**Connaissances préalables recommandées :**

Aucune (le module s'appuie cependant utilement sur les acquis du module Histoire dispensé au premier semestre).

**Contenu de la matière :**

**I. Notions fondamentales : Watan, Wataniya, Muwatana (2 Semaines)**

**المفاهيم الأساسية :الوطن، الوطنية، المواطنة**

- Définition du concept de patrie (Watan), de patriotisme (Wataniya) et de citoyenneté (Muwatana).
- Les classifications de la patriotisme : affective, active, constitutionnelle.
- Les classifications de la citoyenneté : légale, active (participative), numérique.
- Les dimensions de la citoyenneté : politique, juridique, sociale, économique et environnementale.
- Les constantes nationales algériennes : l'islam, l'arabité et l'amazighité, l'unité du territoire national, la révolution de novembre 1954, la démocratie populaire.

**II. Les piliers de l'unité nationale (2 Semaines)**

**أركان الوحدة الوطنية**

- Le concept et l'importance de l'unité nationale dans la cohésion de la société et la résistance aux divisions.
- La langue (arabe et amazighe), la religion et l'identité commune comme fondements de l'unité.
- La justice, l'égalité entre citoyens, le sentiment d'appartenance et de loyauté envers la patrie.
- Le référentiel historique commun et les institutions fédératrices (l'École, l'Armée Nationale Populaire, les médias…).
- Les principales menaces pesant sur l'unité nationale : régionalisme, extrémisme, injustice sociale, campagnes médiatiques hostiles.

**III. Histoire et construction de la mémoire collective nationale (2 Semaines)**

**التاريخ والذاكرة الجماعية الوطنية**

- Définitions de l'histoire et de la mémoire collective, et relation entre les deux notions.
- Le rôle de l'histoire dans l'ancrage de l'identité nationale et dans la protection contre la falsification du passé.
- Les vecteurs de construction de la mémoire collective : l'école, les médias, le cinéma et le théâtre, les musées et monuments, les témoignages des moudjahidine.
- Les menaces contemporaines pesant sur la mémoire collective : oubli des jeunes générations, désinformation étrangère, instrumentalisation politique de l'histoire.

**IV. Rôle de la famille et de la société civile (2 Semaines)**

**دور الأسرة والمجتمع المدني**

- Le concept d'esprit national (الوطنية الروح) et son importance dans la construction de l'identité et de la stabilité sociopolitique.
- L'éducation à l'amour de la patrie dès le jeune âge et la transmission des valeurs nationales au sein de la famille.
- Le rôle du bon exemple parental et l'encouragement à la participation aux manifestations nationales.
- Le rôle de l'école, des médias, des associations culturelles et de la mosquée dans le renforcement de l'esprit national au sein de la société.

**V. Rôle de l'école et de l'université (3 Semaines)**

**دور المدرسة والجامعة**

- Le concept d'image mentale de la patrie et ses principales sources de formation (famille, médias, environnement social, école, université, histoire).
- Le rôle des programmes éducatifs et des activités parascolaires dans la consolidation d'une image positive de la patrie.
- Le rôle de l'université : programmes académiques, vie associative étudiante, rôle de l'enseignant-chercheur et de la recherche académique.
- Les risques liés à l'absence d'images mentales positives sur la patrie : sentiment d'aliénation, désaffection, repli identitaire, migration.

**VI. Esprit national, cohésion du front intérieur et mobilisation générale (3 Semaines)**

**الروح الوطنية وتماسك الجبهة الداخلية والتعبئة العامة**

- Définitions de l'esprit national, du front intérieur (الداخلية الجبهة) et de la mobilisation générale (العامة التعبئة).
- La relation entre l'unité d'objectif, la confiance dans les institutions et la résistance aux campagnes de désinformation.
- L'esprit national comme condition de réussite de la mobilisation générale : motivation, acceptation des sacrifices temporaires, participation populaire large.
- Études de cas nationales et internationales : la Révolution algérienne, la gestion de la pandémie de Covid-19, la résilience face aux crises.
- Les mécanismes pratiques de renforcement de l'esprit national au service de la cohésion du front intérieur.

**Mode d'évaluation :**
Examen : 100 %.

**Références bibliographiques :**
**1-** Constitution de la République Algérienne Démocratique et Populaire (révision de 2020).
**2-** Charte et Plate-forme du Congrès de la Soummam (20 août 1956).
**3-** Déclaration du 1er novembre 1954, Front de Libération Nationale.
**4-** Loi d'orientation sur l'éducation nationale n° 08-04 du 23 janvier 2008.
**5-** Dominique Schnapper, La Communauté des citoyens, Gallimard, Paris, 1994.
**6-** Mostefa Lacheraf, L'Algérie : nation et société, Maspero, Paris, 1965.
**7-** Documents et publications du Ministère des Moudjahidine et de la Mémoire Nationale.

**Semestre: 3**
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.1**
**Matière : Analyse 3**
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**
**Crédits: 6**
**Coefficient: 3**

**Prérequis :** Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives des fonctions à plusieurs variables et les mathématiques enseignées en S1 et S2

**Objectifs :** De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- L'utilisation de l'analyse vectorielle dédiée à la description de plusieurs phénomènes physiques et pratiques
- la maîtrise de la transformée de Fourier pour les applications les plus usuelles
- la maîtrise de la transformée de Laplace pour la résolution des équations et des systèmes d'équations différentielles

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : 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 Stockes
12. Formules d'Ostrogradsky

**Chapitre 2 : Séries numériques et entières**
**I- 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⇒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)

**II- Séries entières**

1. 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 $\infty$ 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.

**Chapitre 3 : Séries de Fourier**

1. Définitions générales
2. Coefficients de Fourier.
3. Fonction développable en série de Fourier.
4. Théorème de Dirichlet
5. Egalité de Parseval.
6. Application : exemples simples de problèmes de Sturm-Liouville.

**Chapitre 4 : Transformées de Fourier et de Laplace**

**I- Transformées de Fourier**

1. L'intégrale de Fourier
2. Forme complexe de l'intégrale de Fourier.
3. Définitions et premières propriétés Définition d'une transformée de Fourier et de son inverse Dérivée de la transformée de Fourier

**II- Transformée de Laplace**

1- Définition de la transformée de Laplace
2 - Propriétés de la transformée de Laplace (Unicité, Linéarité, Facteur d'échelle, Dérivation, Intégration, Théorèmes)
3 - Transformées de Laplace courantes
4 - Résolution d'équations différentielles par transformée de Laplace

**Modalités d'évaluation :**

**Examen = 60%  CC= 40%**

**Références bibliographiques :**


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

**Semestre: 3**
**Unité d'enseignement: UEF 2.1**
**Matière : Ondes et Vibrations**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits: 4**
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement**

Initier l'étudiant aux phénomènes de vibrations mécaniques restreintes aux oscillations de faible amplitude pour 1 ou 2 degrés de liberté ainsi qu'à l'étude de la propagation des ondes mécaniques.

**Connaissances préalables recommandées**

Mathématiques 2, Physique 1 et Physique 2

**Contenu de la matière :**

***Préambule*** *: Cette matière est scindée en deux parties, la partie Ondes et la partie Vibrations, qui peuvent être abordées l'une indépendamment de l'autre. A ce propos et en raison de la consistance de cette matière en terme de contenu, il est conseillé d'aborder cette matière selon cet ordre : Ondes et ensuite Vibrations pour les étudiants des filières du Génie électrique (Groupe A). Tandis que pour les étudiants des Groupes B et C (Génie civil, Génie Mécanique et Génie des Procédés), il est judicieux de commencer par les Vibrations. En tout état de cause, l'enseignant est appelé, de faire de son mieux, pour couvrir les deux parties. Nous rappelons que cette matière est destinée à des métiers d'ingénierie du Domaine Sciences et Technologies. Aussi, l'enseignant est sollicité de survoler toutes les parties du cours qui nécessitent des démonstrations ou des développements théoriques et de ne se focaliser uniquement que sur les aspects applicatifs. Au demeurant, les démonstrations peuvent faire l'objet d'un travail auxiliaire à demander aux étudiants comme activités dans le cadre du travail personnel de l'étudiant. Consulter à ce propos le paragraphe ''G- Evaluation de l'étudiant par le biais du Contrôle continu et du Travail personnel'' présent dans cette offre de formation.*

**Partie A : Vibrations**

**Chapitre 1 : Introduction aux équations de Lagrange** **2 semaines**

1.1 Equations de Lagrange pour une particule
1.1.1 Equations de Lagrange
1.1.2 Cas des systèmes conservatifs
1.1.3 Cas des forces de frottement dépendant de la vitesse
1.1.4 Cas d'une force extérieure dépendant du temps
1.2 Système à plusieurs degrés de liberté.

**Chapitre 2 : Oscillations libres des systèmes à un degré de liberté** **2 semaines**

2.1 Oscillations non amorties
2.2 Oscillations libres des systèmes amortis

**Chapitre 3 : Oscillations forcées des systèmes à un degré de liberté** **1 semaine**

3.1 Équation différentielle
3.2 Système masse-ressort-amortisseur
3.3 Solution de l'équation différentielle
3.3.1 Excitation harmonique
3.3.2 Excitation périodique
3.4 Impédance mécanique

**Chapitre 4 : Oscillations libres des systèmes à deux degrés de liberté 1 semaine**
4.1 Introduction
4.2 Systèmes à deux degrés de liberté

**Chapitre 5 : Oscillations forcées des systèmes à deux degrés de liberté 2 semaines**
5.1 Equations de Lagrange
5.2 Système masses-ressorts-amortisseurs
5.3 Impédance
5.4 Applications
5.5 Généralisation aux systèmes à n degrés de liberté

**Partie B : Ondes**
**Chapitre 1 : Phénomènes de propagation à une dimension 2 semaines**
1.1 Généralités et définitions de base
1.2 Equation de propagation
1.3 Solution de l'équation de propagation
1.4 Onde progressive sinusoïdale
1.5 Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales

**Chapitre 2 : Cordes vibrantes 2 semaines**
2.1 Equation des ondes
2.2 Ondes progressives harmoniques
2.3 Oscillations libres d'une corde de longueur finie
2.4 Réflexion et transmission

**Chapitre 3 : Ondes acoustiques dans les fluides 1 semaine**
3.1 Equation d'onde
3.2 Vitesse du son
3.3 Onde progressive sinusoïdale
3.4 Réflexion-Transmission

**Chapitre 4 : Ondes électromagnétiques 2 semaines**
4.1 Equation d'onde
4.2 Réflexion-Transmission
4.3 Différents types d'ondes électromagnétiques

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. H. Djelouah ; Vibrations et Ondes Mécaniques – Cours & Exercices (site de l'université de l'USTHB : perso.usthb.dz/~hdjelouah/Coursvom.html)
2. T. Becherrawy ; Vibrations, ondes et optique ; Hermes science Lavoisier, 2010
3. J. Brac ; Propagation d'ondes acoustiques et élastiques ; Hermès science Publ. Lavoisier, 2003.
4. R. Lefort ; Ondes et Vibrations ; Dunod, 2017
5. J. Bruneaux ; Vibrations, ondes ; Ellipses, 2008.
6. J.-P. Perez, R. Carles, R. Fleckinger ; Electromagnétisme Fondements et Applications, Ed. Dunod, 2011.
7. H. Djelouah ; Electromagnétisme ; Office des Publications Universitaires, 2011.

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEF 2.1**
**Matière: Mécanique des fluides**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

Introduirel'étudiantdansledomainedelamécaniquedesfluides,lastatiquedesfluidesseradétailléesdans lapremièrepartie.Ensuitedansladeuxièmepartiel'étudedumouvementdesfluidesnonvisqueuxseraconsidérée

**Connaissances préalables recommandées: mathématiques, calcul intégral,**

**Chapitre 1: Généralités sur la Mécanique des fluides. (02 semaines)**

I.1 Qu'est-ce que la Mécanique des fluides ; I.2 Description du mouvement.; I.3 Lignes de courant et trajectoires.; I.4 Configurations d'écoulement : profils de vitesse.; I.5 Rappels d'analyse vectorielle et éléments de calcul indiciel.

**Chapitre 2: .Propriétés physiques des fluides. (02 semaines)**

II.1 Masse volumique; II.2 Compressibilité isotherme; II.3 Tension superficielle; II.4 Viscosité; II.5 Problème mathématique de la Mécanique des fluides; II.6 Dérivée particulaire; II.7 Conditions aux limites; II.8 Dimensions, équations aux dimensions et unités.

**Chapitre 3: Hydrostatique. (03 semaines)**

III.1 Loi fondamentale de l'hydrostatique; III.2 Pression hydrostatique dans un fluide incompressible.
III.3Fluide compressible : gaz parfait, III.4 Résultante des forces de pression hydrostatique.; III.5 Force exerces sur une paroi par un fluide.; III.6 Poussée d'Archimède.

**Chapitre 4: Conservation de la masse. (02 semaines)**

IV.1 Théorème de Leibniz; IV.2 Equation de Continuité; IV.3 Conservation du débit.

**Chapitre 5: Fluide parfait. (05 semaines)**

V.1 Rappels de Mécanique ; V.2 Théorème de la quantité de mouvement.V.3 Equations d'Euler.; V.4 Théorème de Bernoulli., V.5. Exemples d'application du Théorème de Bernoulli: Sonde de Pitot; Tuyère de Venturi; Vidange instationnaire d'une cuve; V.6 Echappement d'air d'un réservoir sous pression : limite de compressibilité.

- **TP N° 1.**Viscosimètre
- **TP N° 2.**Détermination des pertes de charges linéaires et singulières
- **TP N° 3.**Mesure de débits
- **TP N° 4.**Coup de bélier et oscillations de masse
- **TP N° 5.**Vérification du théorème de Bernoulli
- **TP N° 6.**Impact du jet
- **TP N° 7.**Ecoulement à travers un orifice
- **TP N° 8.**Visualisation des écoulements autour d'un obstacle
- **TP N° 9.**Détermination du nombre de Reynolds: Ecoulement laminaire et turbulent

**Mode d'évaluation:** Contrôlecontinu:40%;Examenfinal:60%

**Référencesbibliographiques:**


R.Comolet,'Mécanique des fluides expérimentale', Tomes 1, 2 et 3, Ed. Masson et Cie.
R.Ouziaux, 'Mécanique des fluides appliquée', Ed.Dunod,1978
B.R.Munson,D.F.Young,T.H.Okiishi,'Fundamentals of fluid mechanics', Wiley &
sons .R.V.Gilles,'Mécaniquedesfluidesethydraulique:Cours et
problèmes',SérieSchaum,McGrawHill,1975.
C.T.Crow,D.F.Elger,J.A.Roberson,'Engineering fluid mechanics', Wiley & sons
R.W.Fox,A.T.McDonald,'Introduction to fluid mechanics', fluid mechanics'
V.L.Streeter,B.E.Wylie,'Fluid mechanics', McGrawHill
F.M.White,''Fluid mechanics', McGrawHill
S. Amiroudine, J. L. Battaglia, 'Mécanique des fluides Cours et exercices corrigés', Ed.Dunod
-N. Midoux, Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique, *Ed. Lavoisier, 1993*.
- M. Fourar, Equations générales, solides élastiques, fluides, turbomachines, similitude, *Ed. Ellipses, 2ème Edition 2015*.

**Semestre :3**
**Unité d'enseignement : UEF 2.1**
**Matière1: Chimie minérale**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement**:

Donner les notions de base de la chimie minérale
Apprentissagedequelquesméthodestellesquelacristallochimieetlasynthèse.

**Connaissances préalables recommandées**

Notions élémentaires de chimie générale

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1: Rappels de quelques définitions importantes: 1 semaine**

Mole, Masse molaire, volume molaire, Fraction molaire, fraction massique, fraction volumique ; Masse volumique, densité ; Relation entre fraction massique et fraction molaire ; Bilan de matière : Notion de réactif et réactif en excès, Notion de pourcentage d'excès, Notion de pourcentage de conversion

**Chapitre2:Cristallochimie 3 semaines**

Description polyédrique des structures, connectivité.

**Chapitre3:Périodicité et étude approfondie des propriétés des éléments: 3 semaines**

Halogènes, Chalcogènes, azote et phosphore, bore.

**Chapitre4:Les grandes métallurgies 4 semaines**

(Fe,Ti,Cu,Mg)

**Chapitre5 : Les grandes synthèses minérales 4 semaines**

($H_2SO_4$,$H_3PO_4$,$NH_3$,$HNO_3$)

**Mode d'évaluation :**Contrôle continu:40%;Examen final:60%

**Références bibliographiques :**

Ouahès, R, Devallez, B. Chimie Générale. Exercices et Problèmes enseignement supérieur 1er cycle. Edition Publisud.
Winnacker Karl 1903. Technologie minérale. Edition Eyrolles 1962, cop 1958. Traité de chimie appliquée : Chimie inorganique, Chimie industrielle, Industries chimiques, Génie Chimique.

**Semestre: 3**
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**
**Matière : Probabilités et statistiques**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits: 4**
**Coefficient: 2**

## Objectifs de la matière

Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles da la probabilité et de la statistique, à savoir : les séries statistiques à une et à deux variables, la probabilité sur un univers fini et les variables aléatoires.

## Connaissances préalables recommandées

Algèbre, analyse1 et 2

## Contenu de la matière:

**Partie A : Statistiques**

**Chapitre 1: Définitions de base** **(1 semaine)**

A.1.1 Notions de population, d'échantillon, variables, modalités
A.1.2 Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

**Chapitre 2: Séries statistiques à une variable** **(3 semaines)**

A.2.1 Effectif, Fréquence, Pourcentage.
A.2.2 Effectif cumulé, Fréquence cumulée.
A.2.3 Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.
A.2.4 Caractéristiques de position
A.2.5 Caractéristiques de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.
A.2.6 Caractéristiques de forme.

**Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables** **(3 semaines)**

A.3.1 Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.
A.3.2 Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.
A.3.3 Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.
A.3.4 Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.
A.3.5 Ajustement fonctionnel.

**Partie B : Probabilités**

**Chapitre 1 : Analyse combinatoire** **(1 Semaine)**

B.1.1 Arrangements
B.1.2 Combinaisons
B.1.3 Permutations.

**Chapitre 2 : Introduction aux probabilités** **(2 semaines)**

B.2.1 Algèbre des évènements
B.2.2 Définitions
B.2.3 Espaces probabilisés
B.2.4 Théorèmes généraux de probabilités

**Chapitre 3 : Conditionnement et indépendance** **(1 semaine)**

B.3.1 Conditionnement,
B.3.2 Indépendance,
B.3.3 Formule de Bayes.

**Chapitre 4 : Variables aléatoires** **(1 Semaine)**

B.4.1 Définitions et propriétés,
B.4.2 Fonction de répartition,
B.4.3 Espérance mathématique,
B.4.4 Covariance et moments.

**Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes et continues usuelles** **(3 Semaines)**

Bernoulli, binomiale, Poisson, ... ; Uniforme, normale, exponentielle, ...

## Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

## Références bibliographiques:


1. D. Dacunha-Castelle and M. Duflo. Probabilités et statistiques : Problèmes à temps fixe. Masson, 1982.
2. J.-F. Delmas. Introduction au calcul des probabilités et à la statistique. Polycopié ENSTA, 2008.
3. W. Feller. an Introduction to Probability Theory and its Applications, Volume 1. Wiley & Sons, Inc., 3rd edition, 1968.
4. G. Grimmett, D. Stirzaker, Probability and Random Processes, Oxford University Press, 2nd edition, 1992.
5. J. Jacod and P. Protter, Probability Essentials, Springer, 2000.
6. A. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988.
7. A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991

**Semestre: 3**
**Unité d'enseignement: UEM2.1**
**Matière: Programmation Python**
**VHS: 45h00 (TD 1h30, TP 1h30)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 2**

**Objectifs de la matière :**

- Acquérir les bases pratiques de la programmation avec Python
- Développer une logique algorithmique pour résoudre des problèmes simples
- Apprendre à manipuler les structures de données fondamentales
- Savoir écrire, tester et déboguer des programmes Python élémentaires
- Appliquer les concepts de programmation à des cas pratiques

**Connaissances préalables recommandées :**

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée)
- Savoir utiliser un ordinateur (navigation dans les fichiers, éditeur de texte)

## Contenu de la matière :

**Chapitre 1. Installer et utiliser Python**
**Chapitre 2. Notions de base**
*2-A.* Mode interactif et mode script *,*
*2-*A-1. Calculatrice Python*,*
*2-A-2. L'utilisation des opérateurs: +, -, *, /, //, %, et **,*
*2-A-3.c Priorité*
2-B. Variable et type de donnée *:*
*2-B-1.* Initialisation de variable*,* Modification de variable*,* Affectation composée
2-B-2. Type de donnée*:(.* Nombre*, Caractère,* Chaîne de caractères *)*
2-B-3. Conversion *(fonction str)*
2-C. Fonction prédéfinie
*2-C-1. Utiliser les fonctions du module math (abs, max, min, pow, round, sin, sqrt, log, exp, acos, etc)*
2-C-2. Fonction print
2-C-3. Sortie formatée *(utiliser la fonction format)*
2-C-4. Fonction input
2-C-5. Importation de fonction
2-D. Code source
2-D-1. Règle de nommage des variables
2-D-2. Commentaire
**Chapitre 3. Les structures conditionnelles**
*(Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)*
*Les limites de la condition simple en if*
*Les opérateurs de comparaison*
*Prédicats et booléens*
*Les mots-clés and, or et not*
**Chapitre 4. Les boucles**
*La boucle while*
*La boucle for*
*Les boucles imbriquées*
*Les mots-clés break et continue*

**Chapitre 5. Les fonctions**
*La création de fonctions*
*Valeurs par défaut des paramètres*
*Signature d'une fonction*
*L'instruction return*
*Les modules,*
*La méthode import*
*La méthode d'importation : from … import …*
Les packages
Importer des packages
Créer ses propres packages
**Chapitre 6: Les listes et tuples**
*Création et éditons de listes*
*Définition d'une liste, Création de listes*
*Insérer des objets dans une liste*
*Ajouter un élément à la fin de la liste*
*Insérer un élément dans la liste*
*Concaténation de listes*
*Suppression d'éléments d'une liste*
*Le mot-clé del*
*La méthode remove*
*Le parcours de listes*
*La fonction enumerate*
*Création de tuples*
**Chapitre 7 : Les dictionnaires**
*Création et édition de dictionnaires*
*Créer un dictionnaire*
*Supprimer des clés d'un dictionnaire*
Les méthodes de parcours
*Parcours des clés*
*Parcours des valeurs*
*Parcours des clés et valeurs simultanément*
Les dictionnaires et paramètres de fonction
**Chapitre 8: Objets et classes**
*Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets*
*Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.*
*Construire un objet à l'aide d'un constructeur qui invoque l'initialiseur pour créer et initialiser les champs de données.*
**Chapitre 9 : Les fichiers**
*Chemins relatifs et absolus*
*Lecture et écriture dans un fichier*
*Ouverture du fichier*
*Fermer le fichier*
*Lire l'intégralité du fichier*
*Écriture dans un fichier*
*Écrire d'autres types de données*
*Le mot-clé with*
*Enregistrer des objets dans des fichiers*
*Enregistrer un objet dans un fichier*

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu, travaux pratiques, examen final

**Références bibliographiques :**


[1] .Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;

[2] .Zed A. Shaw Learn Python 3 the Hard Way: A Very Simple Introduction to the Terrifyingly Beautiful World of Computers and Code, Addison-Wesley Professional, 2017;

[3] .Barry, P. Head first Python: A brain-friendly guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2016;

[4] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;

[5] .Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;

[6] .Le Goff, V.. Apprenez à programmer en Python. Editions Eyrolles, 2019;

[7] .Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019;


**Travaux pratique :**

**TP 1 : Prise en main de l'environnement Python (1 Semaine)**

1. Installation de Python et d'un éditeur de code (VS Code, PyCharm)
2. Premiers pas avec l'interpréteur Python
    - Exécution de commandes simples en mode interactif
    - Utilisation de Python comme calculatrice
3. Création et exécution d'un premier script Python

**TP 2 : Variables, types de données et opérations (1 Semaine)**

1. Manipulation des types de données fondamentaux
    - Entiers, flottants, chaînes de caractères, booléens
    - Conversion entre types de données
2. Opérations arithmétiques et priorités

**TP 3 : Structures conditionnelles et répétitives (1 Semaine)**

1. Instructions conditionnelles (if, elif, else)
2. Boucles (for, while)

**TP 4 : Fonctions et modularité (1 Semaine)**

1. Définition et appel de fonctions
2. Paramètres et valeurs de retour

**TP 5 : Structures de données (1 Semaine)**

1. Manipulation des listes
2. Dictionnaires et tuples
3. Parcours et manipulation des structures de données

**TP 6: Manipulation de fichiers et projet final (1 Semaine)**

1. Lecture et écriture de fichiers texte
2. Projet final au choix :
    - ✓ Gestionnaire de tâches en ligne de commande
    - ✓ Jeu du pendu
    - ✓ Analyse de données à partir d'un fichier CSV
    - ✓ Quiz interactif avec sauvegarde des scores

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %.

**Références bibliographiques :**


1. Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
2. Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
3. Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
4. Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni
5. Lutz, M. (2013). Learning Python, 5ème edition O'Reilly. ISBN: 978-1449355739


**Ressources en ligne**

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

**Semestre: 3**
**Unité d'enseignement: UEM 2.1.4**
**Matière : TP Ondes et vibrations**
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**
**Crédits: 1**
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement**

Les objectifs assignés par ce programme portent sur l'initiation des étudiants à mettre en pratique les connaissances reçues sur les phénomènes de vibrations mécaniques restreintes aux oscillations de faible amplitude pour un ou deux degrés de liberté ainsi que la propagation des ondes mécaniques.

**Connaissances préalables recommandées**

Vibrations et ondes, Mathématiques 2, Physique 1, Physique 2.

**Contenu de la matière :**

**TP1 :**Masse – ressort
**TP2 :**Pendule simple
**TP3 :**Pendule de torsion
**TP4 :**Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé
**TP5 :**Pendules couplés
**TP6 :**Oscillations transversales dans les cordes vibrantes
**TP7 :**Poulie à gorge selon Hoffmann
**TP8 :**Systèmes électromécaniques (Le haut parleur électrodynamique)
**TP9 :**Le pendule de Pohl
**TP10 :**Propagation d'ondes longitudinales dans un fluide.

**Remarque** : Il est recommandé de choisir au moins 5 TP parmi les 10 proposés.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %.

**Références bibliographiques:**

**Semestre: 3**
**Unité d'enseignement: UEM2.1**
**Matière 3 : Dessin technique**
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 1**

## Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement permettra aux étudiants d'acquérir les principes de représentation des pièces en dessin industriel. Plus encore, cette matière permettra à l'étudiant de représenter et à lire les plans.

## Connaissances préalables recommandées (descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).

Afin de pouvoir suivre cet enseignement, des connaissances de base sur les principes généraux du dessin sont requises

## Contenu de la matière

**Chapitre 1: Généralités.** **2 Semaines**

1.1 Utilité des dessins techniques et différents types de dessins.
1.2 Matériel de dessin.
1.3 Normalisation (Types de traits, Ecriture, Echelle, Format de dessin et pliage, Cartouche, etc.).

**Chapitre 2: Eléments de la géométrie descriptive** **6 Semaines**

2.1 Notions de géométrie descriptive.
2.2 Projections orthogonales d'un point - Épure d'un point - Projections orthogonales d'une droite (quelconque et particulière) - Épure d'une droite - Traces d'une droite- Projections d'un plan (Positions quelconque et particulière) - Traces d'un plan.
2.3 Vues : Choix et disposition des vues – Cotation - Pente et conicité - Détermination de la 3ème vue à partir de deux vues données.
2.4 Méthode d'exécution d'un dessin (mise en page, droite à 45°, etc.)
Exercices d'applications et évaluation (TP)

**Chapitre 3: Les perspectives** **2 Semaines**

Différents types de perspectives (définition et but).
Exercices d'applications et évaluation (TP).

**Chapitre 4: Coupes et sections** **2 Semaines**

4.1 Coupes, règles de représentations normalisées (hachures).
4.2 Projections et section des solides simples (Projections et sections d'un cylindre, d'un prisme, d'une pyramide, d'un cône, d'une sphère, etc...).
4.3 Demi-coupe, Coupes partielles, coupes brisée, Sections, etc.
4.4 Vocabulaire technique (terminologie des formes usinées, profilés, tuyauterie, etc.
Exercices d'applications et évaluation (TP).

**Chapitre 5: Cotation** **2 Semaines**

5.1 Principes généraux.
5.2 Cotation, tolérance et ajustement.
Exercices d'applications et évaluation (TP).

**Chapitre 6: Notions sur les dessins de définition et d'ensemble et les nomenclatures.**

**1 Semaine**

Exercices d'applications et évaluation (TP).

## Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100 %.

## Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)


1. Guide du dessinateur industriel Chevalier A. Edition Hachette Technique;
2. Le dessin technique 1er partie géométrie descriptive Felliachi d. et Bensaada s. Edition OPU Alger;
3. Le dessin technique 2er partie le dessin industriel Felliachi d. et bensaada s. Edition OPU Alger;
4. Premières notions de dessin technique Andre Ricordeau Edition Andre Casteilla;
5. **المدخل إلى الرسم الصناعي** ماجد عبد الحميد ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر
6. **مبادئ أساسية في الرسم الصناعي** عمر أبو حنيك المعهد الجزائري للتقييس والملكية الصناعية طبع الحميد ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر


**Recommandation** : Une grande partie des TP doivent être sous forme de travail personnel à domicile.

**Semestre : 4**
**Unité d'enseignement : UEF 2.2.1**
**Matière1: Chimie des solutions**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectif de l'enseignement:**
Il s'agit de donner à l'étudiant les notions de base relatives à la chimie des solutions.
C'est un enseignement qui a essentiellement pour but de familiariser l'étudiant avec les raisonnements de la chimie en solution afin de pouvoir par la suite prévoir les réactions chimiques dans un but analytique. Il s'agit surtout de :
- Comprendre la notion d'électrolyte et de conductivité d'une solution,
- Savoir calculer le pH d'une solution aqueuse,
- Comprendre la notion d'oxydant et de réducteur et prévoir les réactions d'oxydoréduction.

**Connaissances préalables recommandées :** Notions de base de chimie générale.

**Contenu de la matière** :

**Chapitre 1 : Les solutions** **3 semaines**
Définitions : Les concentrations : molarité, normalité, molalité, titre, fraction molaire et massique, activité etc…
. Conductimétrie : mobilité des ions, électrolytes (forts, faibles), conductivité (spécifiques et molaires), cellule conductimétrique, loi de Kohlrausch, dosage conductimétrique

**Chapitre 2 : Acides-Bases** **3 semaines**
-Equilibres acido-basiques en solution aqueuse : échelle d'acidité, constante d'acidité (Ka, pKa), loi de dilution (Oswald), calcul de pH (solutions simples, mélanges, salines, solutions tampons, solutions ampholytes), prévisions de réaction, dosages acido-basiques (polyacides et polybases).
- Les indicateurs colorés

**Chapitre 3 : Oxydo-réduction** **3 semaines**
Définition, Oxydant, réducteur, Réactions Redox, Etat et nombre d'oxydation, Equilibrage des réactions rédox, Piles électrochimiques, Aspect thermodynamique, Les électrodes

**Chapitre 4 : Solubilité** **3 semaines**
Définition, Représentation graphique, Effet d'ions commun, Influence du pH sur la solubilité (cas des hydroxydes), Influence du potentiel sur la solubilité, Influence de la complexation sur la solubilité

**Chapitre 5 : Les complexes** **3 semaines**
Définition, Nomenclature des complexes, Formation des complexes, Stabilité des complexes, Effet du pH sur les complexes, Effet du potentiel sur les complexes, Quelques domaines d'application des complexes

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 40%; Examen final : 60%.

**Références:**
1- John Hill , Ralph Petrucci, Terry McCreary , Scott Perry, Chimie des Solutions, 2ème Ed, , Edition ERPI ; 2014.
2- John C. Kotz, Chimie des Solutions, Edition de Boeck 2006.

**Semestre : 4**
**Unité d'enseignement : UEF 2.2.1**
**Matière1: Chimie organique**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**
-Introduire les notions de base de la chimie organique et présenter les principaux dérivés fonctionnels en vue de comprendre les procédés de la chimie industrielle.
Description des mécanismes d'obtention de différentes fonctions et les principales réactions rencontrées en chimie organique.

**Connaissances préalables recommandées:**
Connaissances de base sur le carbone, des notions sur la liaison chimique.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : Généralités** **3 semaines**
Etude de l'atome de carbone et de ces liaisons
Fonctions et nomenclature des composés organiques : Nomenclature ordinaire, triviale, usuelle et systématique de l'IUPAC

**Chapitre2:Classification des fonctions organiques** **2semaines**
Leshydrocarburesaliphatiquessaturés(linéaires,ramifiés),Lesalcènes(préparation,réactivité),Lescomposésaromatiques(préparation,réactivité),Lesalcools,lesthiols,lésaldéhydes(préparation,réactivité),Cétones,acidescarboxyliques(préparation,réactivité).

**Chapitre3:Notions de stéréo-Isomérie** **4semaines**
Définition,Isomérieplane(définition),Isomériedefonction,Isomériedeposition,Tautomérie, isomérie géométrique, Stéréochimie : définition, représentation des molécules dans l'espace, isomérie de configuration.

**Chapitre4:Effets électroniques** **3semaines**
-Définition,
Liaisonchimiques:covalentepure,covalentepolariséeetionique.Effetinductif:définition,Classificationdeseffetsinductifs,Influencedel'effetinductifsurl'aciditéd'uncomposéchimique,Influencedel'effetinductifsurlabasicitéd'uncomposéchimique.
Effetmésomère:définition,systèmesconjugésetdélocalisationdesélectrons.
Classificationdeseffetsmésomères,Influencedel'effetmésomèresurl'aciditéd'uncomposéchimique,Influencedel'effetmésomèresurlabasicitéd'uncomposéorganique

**Chapitre5 :Les grandes réactions en chimie organique** **3semaines**
Réactifs et intermédiaires réactionnels ; Classification des réactions: Addition; Substitution; Elimination; Réarrangement ; Règles élémentaires : Markovnikov, Zeitsev ;

**Moded'évaluation:**
Contrôlecontinu:40%;Examenfinal:60%.

**TPN°1.** Estérification (Synthèse de l'aspirine).
**TPN°2.** Purification par récristalisation de l'acide Benzoique.
**TPN°3.** Extraction d'un produit organique.
**TPN°4.D**étermination de la composition d'un mélange par réfractométrie.
**TPN°5.** Sublimation du Naphtalène.
**TPN°6.** Etude des propriétés du phénol ou une substance organique.
**TPN°7.** Préparation d'un savon.
**TPN°8.** Transformation d'un alcool en dérivé halogéné (synthèse du 2-chloro-2-méthylpropane à partir 2-méthylpropan-2-ol).
**TP n°09 :** Purification par distillation a pression atmosphérique et entrainement à la vapeur
**TP n°10 :** Purification par distillation fractionnée sur colonne

**Références:**


1-PaulArnaud, Chimie organique, DUNOD;2004.
2 Jean pierre Mercier ,Pierre Gaudard Chimie organique: une initiation; Presses polytechniques Romandes 2001.
3- Melania Kiel Chimie organique cours et exercices corrigés; estem ; 2004.
4- Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren,André Pousse,Chimie organique; deBoeck2eédition;2013.
5- JohnMcMurry,EricSimanek,Chimie organique les grands principes ; DUNOD 2e édition; 2007.

**Semestre :4**
**Unité d'enseignement : UEF 2.2.2**
**Matière1: Thermodynamique chimique**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement**:
-lamaîtrise des 1er et 2ème et 3ème principes de la thermodynamique.
-L'application des principes thermodynamiques
-L'étude des équilibres chimiques, le potentiel chimique, ainsi que les gaz réels.

**Connaissancespréalablesrecommandées:**
Equations différentielles, Thermodynamique chimique de base (S2 du socle commun ST).

**Contenudelamatière:**

Chapitre I :**Rappels en thermodynamique** **(2 semaines)**
I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
I.2 Variables et Fonctions d'état
I.3 Grandeurs et systèmes thermodynamiques
I.4 Les différents principes de la thermodynamique
I.5 Critère d'évolution d'un système et potentiel chimique

Chapitre II :**Propriétés thermodynamiques des substances pures** **(4 semaines)**
II.1 Le gaz parfait
II.2 Forces intermoléculaires et comportement réel des gaz
II.3 Equations d'état des gaz réels
II.4 Etats correspondants, écarts résiduels et fugacité
II.5 Propriétés thermodynamiques des états condensés

Chapitre III :**Equilibres de phase d'une substance pure** **(4 semaines)**
II.1 Relations générales d'équilibre (Clapeyron et Clapeyron-Clausius)
II.2 Equilibres liquide-vapeur, liquide- solide et solide -vapeur
II.3 Equilibres stables et instables et transition de phase
II.4 Diagrammes généralisés

Chapitre IV :**Equilibres Chimiques** **(5 semaines)**
IV.1 L'affinité d'une réaction chimique
IV.2 Systèmes monotherme-monobare et monochore
IV.3 Chaleur d'une réaction chimique et lois de Hess et de Kirchoff
IV.4 Loi d'action de masse et déplacement de l'équilibre chimique

**Moded'évaluation:** Contrôlecontinu:40%; Examenfinal:60%.

**References**

Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, second ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,
Stanley I.Sandler,Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
Elliot,J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999)
Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John Wiley and sons

**Semestre :4**
**Unité d'enseignement : UEF 2.2.3**
**Matière1: Cinétique chimique**
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30 ; 1h30 TD)**
**Crédits : 4**
**Coefficient: 2**

**Objectifsdelamatière:**

Fournir à l'étudiant les bases indispensables à toute étude cinétique d'un processus chimique et touche aussi bien les notions élémentaires de la cinétique formelle et les bases mathématiques concernant la notion de vitesse d'une réaction chimique et son évolution au cours du temps, les paramètres influençant sur la vitesse d'une réaction, la détermination de l'ordre d'une réaction par les méthodes physico-chimiques, la constante de vitesse et l'énergie d'activation.

**Connaissancespréalablesrecommandées:**

Mathématiques(dérivée,intégrale),savoirexprimerlaconcentrationd'unesolution,maitriserlessystèmesd'unité,savoirtraceretexploiterlesgraphiques.

**Contenudelamatière:**

**Chapitre I. Réactions chimiques homogènes (1 semaine)**

I. Vitesse de réaction (Vitesse absolue, vitesse spécifique)

II. Etude cinétique expérimentale d'une réaction (Méthodes chimiques et physiques

III. Facteurs expérimentaux influençant la vitesse

**Chapitre II. Influence des concentrations et de la température sur la vitesse (2 semaine)**

I. Influence de la concentration (Ordre d'une réaction, Molécularité et Stœchiométrie d'une réaction, Règle de VANT'HOFF

II. Influence de la température

**Chapitre III. Cinétique formelle, réaction simple (6 semaines)**

I. Détermination de la constante de vitesse d'une réaction d'ordre donné (Ordre 0,1,2 ,3et n)

II. Détermination des ordres de réactions

-Méthodes de détermination de l'ordre par Intégration (variation des concentrations en fonction du temps, méthodes des temps de réaction partiels), exemple de calcul

- Méthode différentielle, exemple de calcul
- Méthodes basées sur la dégénérescence de l'ordre, exemple de calcul
- Méthode utilisant les paramètres sans dimension, exemple de calcul

**Chapitre IV. Réactions composées (6 semaines)**

**1. Réactions opposées ou équilibrées**

-Généralités

**-** Exemples de réactions opposées (les deux réactions opposées sont d'ordre1, d'ordre 2, réactions d'ordre 2 opposée à réaction d'ordre1, réactions d'ordre 1 opposée à réaction d'ordre2)

-Equilibre et vitesse de réactions

-Principe de microréversibilité

**2. Réactions parallèles** : généralités, réactions jumelles, réactions concurrentes, exemple,

**3. Réactions successives** : détermination des constantes de vitesse, équilibre radioactif, exemple de calcul.

**Moded'évaluation**: contrôle continu : 40% **;** Examen final:60%.

**Référence:**

1-ClaudeMoreau,Jean-PaulPayen,Cinétiquechimique,EditionBelin1999

2-MichelDestriau,GérardDorthe,RogerBen-Aïm,Cinétiqueetdynamiquechimique EditionTechnip1981.

3-P.Morlaes,Cinétiquechimique:Structuredelamatière1978
4-B.Frémaux,Elémentsdecinétiqueetdecatalyse,EditeurTecet1998
5. M. Robson Wright, An Introduction to Chemical Kinetics, Editions John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2004
6. P. William Atkins, Eléments de Chimie Physique, Editions DeBoek Université, Bruxelles, 1997
7. E. James House, Principles of Chemical Kinetics, 2ème édition, Editions Elsevier Inc., London, 2007
8. A. Azzouz, Cinétique Chimique, Editions Berti, Tipaza, 1991
9. A. Derdour, Cours de Cinétique Chimique, Editions OPU, Alger, 1988
10. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut et O. Zahraa, Cinétique et Catalyse, Editions Technique & Documentation, Paris, 1996
11. Thermodynamique chimique, M. A. OTiuran et M. Robert., Presses Universitaires de Grenoble, 1997, 245 pages.
12. Chimie générale, R Ouahès, B Devallez, PUBLISUD 4 ème Ed, 1997, 504 pages.
13. Chimie générale, S. S. ZUMDAHL., De Boeck Université 2ème Ed, 1999, 514 pages.
14. Eléments de chimie physique, P.W. ATKINS., De Boeck Université 2ème Ed, 1996, 512pages.
15.. Chimie générale, Élisabeth Bardez, Dunod Paris, 2009, 258 pages.
16. Les cours de Paul Arnaud, Exercices résolus de chimie physique.,Dunod Paris 3 ème Ed, 2008, 386 pages.
17. La chimie générale au PCEM, tome 1, C. Bellec, G. Lhommet., Vuibert, 1996, 307 pages.

**Semestre :4**
**Unité d'enseignement : UEM 2.2**
**Matière2: Méthodes numériques**
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30 ; 1h30 TP)**
**Crédits : 5**
**Coefficient: 3**

## Objectifs de l'enseignement :

Familiarisation avec les méthodes numériques et leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques.

## Connaissances préalables recommandées :

Mathématiques 1, Mathématiques 2, Informatique1 et informatique 2.

## Contenu de la matière :

**Chapitre 1.Résolution des équations non linéaires f(x)=0 (3 Semaines)**

1. Introduction sur les erreurs de calcul et les approximations, 2. Introduction sur les méthodes de résolution des équations non linéaires, 3. Méthode de bissection, 4. Méthode des approximations successives (point fixe), 5. Méthode de Newton-Raphson.

**Chapitre 2.Interpolation polynomiale (2 Semaines)**

1. Introduction générale, 2. Polynôme de Lagrange, 3. Polynômes de Newton.

**Chapitre 3. Approximation de fonction : (2 Semaines)**

1. Méthode d'approximation et moyenne quadratique. 2. Systèmes orthogonaux ou pseudo-Orthogonaux. Approximation par des polynômes orthogonaux, 3. Approximation trigonométrique.

**Chapitre 4.Intégration numérique (2 Semaines)**

1. Introduction générale, 2. Méthode du trapèze, 3. Méthode de Simpson, 4. Formules de quadrature.

**Chapitre 5.Résolution des équations différentielles ordinaires (Problème de la condition initiale ou de Cauchy) (2 Semaines)**

1. Introduction générale, 2. Méthode d'Euler, 3. Méthode d'Euler améliorée, 4. Méthode de Runge-Kutta.

**Chapitre 6.Méthode de résolution directe des systèmes d'équations linéaires (2 Semaines)**

1. Introduction et définitions, 2. Méthode de Gauss et pivotation, 3. Méthode de factorisation LU, 4. Méthode de factorisation de ChoeleskiMM$^t$, 5. Algorithme de Thomas (TDMA) pour les systèmes tri diagonales.

**Chapitre 7.Méthode de résolution approximative des systèmes d'équations linéaires (2 Semaines)**

1. Introduction et définitions, 2. Méthode de Jacobi, 3. Méthode de Gauss-Seidel, 4. Utilisation de la relaxation.

## Travaux pratiques :

Programmation des différentes méthodes numériques en vue de leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques en utilisant un langage de programmation scientifique (Matlab, Scilab, …).

**1. Résolution d'équations non linéaires :** 1.Méthode de la bissection. 2. Méthode des points fixes, 3. Méthode de Newton-Raphson

**2.Interpolation et approximation :** 1.Interpolation de Newton, 2. Approximation de Tchebychev

**3.Intégrations numériques :** 1.Méthode de Rectangle, 2. Méthode de Trapezes, 3. Méthode de Simpson

**4.Equations différentielles :** 1.Méthode d'Euler, 2. Méthodes de Runge-Kutta

**5.Systèmes d'équations linéaires :** 1.Méthode de Gauss- Jordon, 2. Décomposition de Crout et factorisation LU, 3. Méthode de Jacobi, 4. Méthode de Gauss-Seidel

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

**Références bibliographiques:**


1. C. Brezinski, Introduction à la pratique du calcul numérique, Dunod, Paris 1988.
2. G. Allaire et S.M. Kaber, Algèbre linéaire numérique, Ellipses, 2002.
3. G. Allaire et S.M. Kaber, Introduction à Scilab. Exercices pratiques corrigés d'algèbre linéaire, Ellipses, 2002.
4. G. Christol, A. Cot et C.-M. Marle, Calcul différentiel, Ellipses, 1996.
5. M. Crouzeix et A.-L. Mignot, Analyse numérique des équations différentielles, Masson, 1983.
6. S. Delabrière et M. Postel, Méthodes d'approximation. Équations différentielles. Applications Scilab, Ellipses, 2004.
7. J.-P. Demailly, Analyse numérique et équations différentielles. Presses Universitaires de Grenoble, 1996.
8. E. Hairer, S. P. Norsett et G. Wanner, Solving Ordinary Differential Equations, Springer, 1993.
9. P. G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Masson, Paris, 1982.

**Semestre :*5***
**Unité d'enseignement : UEM 2.2**
**Matière: Instrumentation– Capteurs**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD ; 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Acquérir les connaissances permettant la maitrise et l'exploitation des effets physiques mis en jeu dans les dispositifs instrumentaux de prélèvement d'informations dans le milieu de mesure: machines, environnement, etc.

## Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique ; Mécanique des fluides ; Phénomènes de transfert.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (2 semaines)**
Principes d'une mesure : Fonction d'un appareil de mesure ou de contrôle ; Constitution globale d'un appareil de mesure ; Qualités d'un appareil de mesure (Zéro, Echelle, Linéarité) ; Performance d'une chaîne de mesure.

**Chapitre 2 : (2 semaines)**
Mesures des pressions : Pressions absolue et différentielle ; Vide ; Appareils de mesure des pressions ; Utilisation et montage.

**Chapitre 3 : (2 semaines)**
Mesures des débits : Débits à pression différentielle, à orifice et à section variables ; Compteurs.

**Chapitre 4 : (2 semaines)**
Mesures de niveau : Appareil optique, niveau bulle à bulle ; Mesure de niveau par la pression due à la hauteur du liquide.

**Chapitre 5 : (2 semaines)**
Mesures de température : Thermomètres et thermocouples, thermistances.

**Chapitre 6 : (5 semaines)**
Capteurs : Physique des capteurs : Capteurs simples ; Fonctions de transduction ; Aspects énergétiques et électriques ; Dispositifs capteurs à transductions multiples : corps d'épreuve, Grandeur agissante et grandeur mesurée ; Circuits conditionneurs : Ponts différentiels, Conditionneurs intégrés, Compensation des décalages et dérives ; Applications aux mesures à effets thermiques, mécaniques, électromagnétiques et au dosage d'espèces chimiques.

## Mode d'évaluation:

Examen: 60%, contrôle continu : 40%

## Références bibliographiques:


1. M. Cerr, J-C. Engrand, F. Rossman, « Instrumentation Industrielle », Ed Paris Technique & documentation-Lavoisier impr., 1990 Paris Impr. Jouve.
2. Michel Grout, Patrick Salaun, « Instrumentation industrielle », Collection: Technique et Ingénierie, Dunod -L'Usine Nouvelle.
3. Michel Capot,« Les principes des mesures: pressions, débits, niveaux, température »s, Editions TECHNIP.

**Semestre : 4**
**Unité d'enseignement : UEM 2.2**
**Matière1: TP chimie des solutions et cinétique chimique**
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**
**Crédits : 2**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement** :
Comprendre et bien assimiler les connaissances.

**Connaissances préalables recommandées**
Notions de chimie générale et de thermodynamique. L'étudiant a déjà été familiarisé avec le matériel et la verrerie de laboratoire.

**Contenu de la matière :**

**TP de chimie des solutions :**

**TPN°1.** Détermination de la dureté de l'eau par complexomètrie.
**TPN°2.** Vérification expérimentale de la loi de Nernst.
**TPN°3.** Dosage conductimètrique du vinaigre.
**TPN°4.** Dosage, suivi par pH-mètrie, de l'alcalinité d'une solution aqueuse par une solution d'acide chlorhydrique. Méthode de Gran.
**TPN°5.** Dosage, suivi par pH-mètrie et conductimétrie d'une solution d'Hydroxyde de sodium.
**TPN°6.** Recherche des cations du premier groupe.
**TPN°7.** Détermination du produit de solubilité d'un sel peu soluble.
**TPN°8.** Mesure de la constante de formation d'un complexe.
**TPN°9.** Diagramme potentiel- pH du Fer.

**TP de cinétique :**
- Méthode chimique (suivi par méthode volumétrique):
  - Saponification d'un ester (éthanoate d'éthyle par l'hydroxyde de sodium) : RCOOR' + NaOH = RCOONa + R'OH
- Méthode physique
  - Polarimétrie : cinétique de l'inversion du saccharose.
  - Spectrophotométrie : Décomposition d'un complexe de $Mn^{3+}$
  - Méthode conductimétrique : Saponification d'un ester (éthanoate d'éthyle par l'hydroxyde de sodium)
  - Mesure du volume : Décomposition de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 100%.

**Référence**:

1- G. Milazo. Electrochimie. Dunod 1969
2- Brenet. Introduction à l'électrochimie de l'équilibre et du non équilibre. Masson 1980

**Semestre: 4**
**Unité d'enseignement: UET 2.2**
**Matière 1: TIC**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30 & Atelier : 1h30)**
**Crédits: 2**
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce cours a pour objectif de développer chez les étudiants les compétences transversales nécessaires à la communication des savoirs scientifiques. Il vise à maîtriser la recherche documentaire et l'usage des outils numériques (TIC) pour collecter et organiser l'information, à rédiger des documents scientifiques clairs et bien structurés (introduction, méthodologie, résultats, discussion selon le schéma IMRaD), à réaliser des présentations orales convaincantes et adaptées à l'auditoire, et à respecter les règles d'éthique et d'intégrité (notamment l'intégrité intellectuelle lors de la citation des sources). Le cours insiste sur la clarté et la concision du style scientifique – la rédaction doit être « précise, claire, concise » – ainsi que sur la déontologie des communications (éviter le plagiat, citer correctement les sources, etc.).

**Prérequis :**

Les étudiants doivent disposer d'un niveau bac scientifique ou équivalent, avec une bonne maîtrise du français écrit et oral. Des connaissances de base en informatique sont recommandées (traitement de texte, navigation Internet, messagerie).

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : Introduction à la communication scientifique 1 semaines**

Présentation du cours, enjeux de la communication scientifique (écrite et orale), exemples de supports (articles, rapports, exposés). Sensibilisation à l'importance de l'intégrité et de l'éthique dans le travail universitaire.

**Chapitre 2 : Recherche documentaire et TIC 1 semaines**

Initiation à la recherche d'information en ligne : moteurs de recherche, bases de données universitaires (Google Scholar, Persee, bibliothèques numériques). Utilisation des opérateurs booléens (ET, OU, SAUF) pour affiner les recherches. Présentation des compétences numériques de base (traitement de texte, tableurs, logiciels de présentation).

**Chapitre 3 : Référencement et bibliographie 1 semaines**

Principes de la citation et normes bibliographiques (formats APA, IEEE, autres). Règles anti-plagiat : comment citer et paraphraser correctement. Importance de noter scrupuleusement tous les éléments bibliographiques. Introduction à un logiciel de gestion de références (Zotero, Mendeley).

**Chapitre 4 : Structure d'un document scientifique 1 semaines**

Présentation de la structure standard d'un article ou rapport (schéma IMRaD) : rôle de chaque partie (introduction, méthodologie, résultats, discussion, conclusion). Importance d'un titre clair et informatif. Discussion sur la logique générale du document (problématique, hypothèses).

**Chapitre 5 : Rédaction du document scientifique 3 semaines**

**Rédaction de l'introduction et du résumé (abstract) :**

Comment rédiger une introduction efficace : présentation du contexte, formulation de la question de recherche et des objectifs. Écrire un résumé (abstract) informatif : structure (contexte, objectif, méthodes, résultats, conclusion) et mots clés. Techniques pour accrocher le lecteur dès le départ.

**Rédaction de la méthodologie et des résultats :**

Conseils de rédaction pour la section méthodologie (description précise des procédures, matériel, conditions) et résultats (présentation claire des données, utilisation de tableaux/figures). Distinction entre faits (résultats) et interprétation (discussion). Règles de clarté : phrases simples, voix active/précision des verbes.

**Discussion, conclusion et style :**

Rédiger la discussion (mettre les résultats en perspective, comparer à d'autres travaux) et formuler une conclusion concise. Règles de style en rédaction scientifique : clarté, concision et précision du langage, gestion de la cohérence et de la cohésion (connecteurs logiques). Erreurs fréquentes à éviter.

**Chapitre 6 : Introduction à l'exposé oral et Techniques de prise de parole 2 semaines**

Méthodologie de la présentation orale : préparer un plan (introduction, développement, conclusion), définir son objectif et connaître son auditoire. Importance d'une introduction engageante (accroche), d'une conclusion récapitulative.

**Techniques de prise de parole :**

Techniques corporelles et vocales pour capter l'attention : posture, gestuelle, regard, variations de ton et de rythme. Gestion du stress et du trac. Bonnes pratiques : ne pas lire ses notes mot à mot, n'emporter que des mots-clés pour éviter de « dormir » l'auditoire. Usage de supports (papier, diapos).

**Chapitre 7 : Supports visuels et TIC pour l'exposé 1 semaines**

Utilisation des outils informatiques (PowerPoint, Beamer…) pour créer des diapositives. Principes de base : diapositives lisibles et épurées (KISS), usage de schémas/images pertinents, police et couleurs adaptées. Ne pas surcharger les slides. Démonstration de logiciels de capture d'écran ou de montage pour la recherche de contenu scientifique (Zotero, bases de données, Google Drive).

**Chapitre 8 : Expression écrite professionnelle 1 semaines**

Techniques de communication écrite hors article : rédaction d'emails académiques (objets clairs, formules de politesse), compte-rendus de réunion, synthèses de projet. Notions de style formel (objectivité, impersonalité). Orthographe et grammaire – revue des erreurs fréquentes (accords, conjugaison, confusions de mots).

**Chapitre 9 : Communication interpersonnelle et écoute 1 semaines**

Dynamiques de communication en groupe : écoute active, argumentation, reformulation. Rôle de l'oral dans le travail en équipe. Techniques pour présenter et défendre ses idées dans un débat ou un petit groupe.

**Chapitre 10 : Éthique et intégrité académique 1 semaines**

Principes d'éthique universitaire : intégrité, honnêteté intellectuelle, respect des résultats et des personnes. Exemples de manquements (plagiat, fabrication de données, usurpation d'auteurs).

Présentation des chartes et réglementations universitaires nationales (obligations et sanctions). Insister sur l'importance de l'« intégrité intellectuelle » dans la recherche.

**Chapitre 11 : Normes et usages scientifiques** **1 semaines**

Récapitulation des normes internationales de publication (revue à comité de lecture, factor d'impact, peer-review). Formats standards (APA, etc.) vus plus tôt. Règles de présentation des examens et rapports (marges, police, pagination). Introduction à la rédaction d'un mini-projet ou rapport de stage.

**Ateliers :**

**Atelier :** Exercice de prise de notes lors d'une courte vidéo ou d'un texte scientifique ; mise en commun des techniques efficaces de prise de notes (écoute active, mots-clés, organisation).

**ATL 2 :** Atelier de recherche bibliographique : trouver 5 références pertinentes sur un thème donné, les télécharger ou en extraire les résumés; évaluation critique de la fiabilité des sources (évaluateur, date, contenu).

**ATL 3 :** Exercice de citation : repérer et formater les références dans un texte donné. Création d'une bibliographie selon un style donné.

**ATL 4 :** Rédaction d'un plan détaillé (IMRaD) pour un sujet de recherche donné (par exemple, un problème scientifique simple), en identifiant les idées-clés de chaque section.

**ATL 5 :**

- Rédaction d'un résumé de 150-200 mots à partir d'un article scientifique ou d'un court exposé fourni. Exercices de reformulation d'arguments pour l'introduction.
- Exercice de rédaction : décrire brièvement une méthode ou expérience simple sur la base d'un protocole donné. Création de tableaux ou graphiques à partir de données simulées.
- Atelier de révision : à partir d'un paragraphe scientifique volontairement confus, retravailler la formulation pour la rendre plus claire et concise. Correction de phrases longues ou alambiquées.

**ATL :** 6

- Exercice de préparation d'exposé : chaque étudiant prépare en quelques minutes un mini plan oral sur un sujet simple, puis le présente brièvement. Feedback sur l'argumentation et la structure.
- Courtes présentations orales individuelles sur un thème familier, avec enregistrement vidéo optionnel. Auto-évaluation et retours du groupe sur la voix et la gestuelle.

**ATL 7 :** Réalisation d'un court diaporama (3–5 diapositives) sur un sujet scientifique simple. Échanges sur l'efficacité visuelle.

**ATL 8 :** Rédaction d'un e-mail professionnel à un professeur ou à un encadrant (demande d'information, dépôt de projet). Correction collaborative d'un texte pour éliminer les fautes courantes.

**ATL 9 :** Jeu de rôle : débat structuré sur un sujet scientifique (avec prise de tour de parole), ou feedback pair-à-pair sur un mini-exposé.

**ATL 10 :** Mise en forme sous Word ou LaTeX d'un document type (page de garde, sommaire, chapitres, bibliographie).

**Mode d'évaluatin :** examen 60% et CC TP : 40%

**Références bibliographiques :**

1. D. Lindsay & P. Poindron (2011), Guide de rédaction scientifique : L'hypothèse, clé de voûte de l'article scientifique, Éditions Quae, Versailles.

2. J.E. Harmon & A.G. Gross (2010), The Craft of Scientific Communication, University of Chicago Press.
3. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Algérie), Charte d'éthique et de déontologie universitaires, 2010 (voir notamment l'accent sur l'intégrité académique), https://www.mesrs.dz/index.php/fr/ethique-et-deontologie/charte-ethique-et-deontologie/.
4. Baril. D (2008), Techniques de l'expression écrite et orale, Sirey .
5. Jean-Denis Commeignes (2013), 12 méthodes de communications écrites et orale – 4éme édition, Michelle Fayet et Dunod.
6. Cardon, D. (2019). *Culture numérique,* Paris, Presses de Sciences Po
7. Frédéric Wauters (2023). Rédiger efficacement à l'ère du digital Techniques de communication écrite, 2e édition - ISBN 978-2-8073-3772-5.
8. Chartier, M. (2013). Le guide du référencement web. First.
9. Duarte, N. (2019). *DataStory: Explain Data and Inspire Action Through Story* Story Paperback. Ideapress Publishing. ISBN-10 : 1940858984
10. Levan, S. K. (2000). *Le projet Workflow* Concepts et outils au service des organisations. Eyrolles.
11. Anderson, C. (2016). *TED Talks: The Official TED Guide to Public Speaking* (1st edition). Houghton Mifflin Harcourt.
12. Reynolds, G. (2009). *Présentation Zen : Pour des présentations plus simples, claires et percutantes* . Pearson.
13. Thierry , L. (2014). Introduction à la communication - 2ème. Dunod.
14. Serres, A. (2021). *Dans le labyrinthe : Évaluer l'information sur internet*. C&F Éditions.

**Semestre 5**
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.1**
**Matière1: Transfert de Chaleur**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

-Etude des différents modes de transfert : conduction, convection et rayonnement.
-Applications des lois régissant ces différents types de transfert.

## Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, Equations différentielles.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 :**

Introduction générale aux différents modes de transfert de chaleur,**(1 semaines)**

**Chapitre 2 : (6 semaines)**
Transfert de chaleur par conduction : Loi de Fourier Cas : mur simple, murs composites, couche cylindrique, couches cylindriques composites (analogie électrique, résistance globale) ; Calorifugeage des couches cylindriques (épaisseur critique d'isolant) ; Calorifugeage des couches sphériques. équation générale de la conduction, problèmes des ailettes,

**Chapitre 3 : (5 semaines)**
Transfert de chaleur par convection : Définitions ; Expression du flux de chaleur (loi de Newton) ; coefficient de transfert de chaleur par convection, , analyse dimensionnelle, corrélations empiriques (convection naturelle et forcée), Calcul du flux de chaleur en convection naturelle ; Calcul du flux de chaleur en convection forcée.

**Chapitre 4 : (3 semaines)**
Transfert de chaleur par rayonnement : Lois du rayonnement ;Loi de Lambert ;Loi de Kirchhoff ; Rayonnement des corps noirs ; Rayonnement des corps non noirs ; Rayonnement réciproque de plusieurs surfaces (échange de chaleur par rayonnement entre surfaces noires et grises).

## Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. J. Krabol, « Transfert de chaleur », Masson, 1990.
2. Martin Becker, "Heat transfer: a modern approach". Plenum, 1986.
3. J.F. Sacadura, « Initiation au transfert thermique », TEC-DOC, 1980.
4. Pierre Wuithier, « Le pétrole, raffinage et génie chimique ».
5. Y. Jannot, cours de transfert thermique, 2ème édition, école des mines Nancy.
6. Incorpera, Dewwitt, Bergmann, Lavine, « Fundamentals of heat and mass transfer » , 6th edition Ed. Wiley (2010)

**Semestre :5**
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.1**
**Matière2: Transfert de Matière**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Comprendre les mécanismes et le formalisme permettant de décrire le transfert de matière ; Savoir écrire un bilan matière nécessaire au calcul des équipements.

## Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique ; Cinétique chimique ; Equations différentielles.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : Mécanisme de transfert de la matière (3 semaines)**
Introduction ; Définition de la diffusion moléculaire ; Nomenclature : concentrations massique et molaire, totale et individuelle, densité de flux de diffusion et de transport (convection + diffusion) ; Définition des vitesses moyennes massique et molaire ; Loi de Fick et loi de Stefan Maxwell (systèmes gazeux multicomposants);
Coefficients de diffusion (phase gazeuse, phase liquide, ordre de grandeur des coefficients de diffusion dans les différents milieux (gaz, liquides, solides) ; Coefficients de diffusion dans les solides poreux ; Notion de coefficients de diffusion effectifs.

**-Chapitre 2 : Diffusion unidimensionnelle stationnaire et quasi-stationnaire(3 semaines)**
Bilan matière-Equation de continuité (globale et partielle) ; Rappels sur les opérateurs gradients et divergence d'un vecteur ; Bilans de la masse totale et pour un constituant i sur un élément de volume fixe ; Conditions aux limites et condition initiale ; Exemples de problèmes de diffusion à une seule variable (cas d'un gaz à travers un film gazeux stagnant, problème d'évaporation, diffusion équimolaire, applications pour différentes géométries (plan, cylindre, sphère));; Transfert diffusif avec réaction chimique homogène et hétérogène.

**Chapitre 3 : Transfert diffusif transitoire : (5 semaines)**
Transfert diffusif transitoire : 2ème loi de Fick; Problèmes à source instantanée (quantité de matière diffusante limitée); Problèmes à source continue (condition aux limites fixe (Apprendre à poser un problème avec son équation de adaptée et ses conditions initiales et aux limites).

**-Chapitre 4 : Transfert de matière à une interface (entre phases) (4 semaines)**
Rappels des équilibres entre deux phases; Théorie des 2 films, de pénétration, de renouvellement de surface ; Coefficients de transfert de matière individuels et global; Notion d'analyse dimensionnelle : Théorème de π- Buchingham ; Nombres sans dimensions relatifs au transfert de matière (Sherwood, Reynolds, Schmidt) ; Estimations des coefficients de transfert de matière (corrélations adimensionnelles)

## Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. Bird, Stewart, Lightfoot, "Transport phenomena », Second Edition, J Wiley, 2002.
2. Treybal,« Mass transfer operations », Mc Graw-Hill.
3. Incorpera, Dewwitt, Bergmann, Lavine, « Fundamentals of heat and mass transfer » , 6th edition Ed. Wiley (2010)
4. Welty, Wicks, Wilson, Rorer, "Fundamentals of momentum, heat and mass transfer" 5th edition, Ed; Wiley (2007)

**Semestre 5**
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.1**
**Matière3: Transfert de Quantité de mouvement**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Apprendre à analyserles problèmes typiques rencontrés en mécanique des fluides (énoncé du problème, formulation et solution analytique) ; Faire des bilans de quantité de mouvement et d'énergie mécanique pour des systèmes simples unidirectionnels ; Obtenirle profil de vitesse et en déduire les autres quantités d'intérêt (débits, forces, pertes de charge, etc.).

## Connaissances préalables recommandées:

Bases en mathématiques ; Notions en MDF.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 :** **(02 semaines)**
Rappels : A- Propriétés des fluides, Statiques des fluides, Dynamiques des fluides parfaits.

**Chapitre 2 :** **(03 semaines)**
Bilans de matière, de quantité de mouvement et d'énergie : 1. Equation de conservation de la masse ; 2. Equation de conservation de la quantité de mouvement ; 3. Equation de conservation de l'énergie.

**Chapitre 3 :** **(05 semaines)**
Dynamique des fluides : 1. Contraintes et déformations dans les milieux continus ; 2. Equation de mouvement des fluides réels ; 3. Régime d'écoulement
Applications des équations de Navier et Stockes, (écoulement de poiseuille, écoulement de couette, écoulement à surface libre)

**Chapitre 4 :** **(02 semaines)**
Ecoulement à cisaillement simple des fluides non Newtoniens, cas du fluide de BINGHAM, cas du fluide d'OSTWALD

**Chapitre 5 :** **(03 semaines)**
Pompes et pompage : Calcul de réseaux.

## Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

## Références bibliographiques:


1. Laszlo, « Les bases scientifiques du génie chimique », Dunod, 1972.
2. Robert E Treybal, "Mass tranfer operation ».Mc Graw-Hill, 1981.
3. R. B. Bird, W. E. Stewart, and E. N. Lightfoot,« Transport Phenomena », Wiley 1960.
4. Midoux Noel, Mécanique des fluides en genie chimique, Coll. Génie des procédés de l'école de Nancy.
5. R. Comolet, Mécanique des fluides réels - Tome 2, *Ed. Dunod, 2006*.
6. M. Fourar, Equations générales, solides élastiques, fluides, turbomachines, similitude, *Ed. Ellipses, 2ème Edition 2015*.

**Semestre :*5***
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.2**
**Matière1: Electrochimie**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Acquérir les notions de base de l'électrochimie, de la thermodynamique et de la cinétique électrochimiques nécessaires à la compréhension des phénomènes électrochimiques.

## Connaissances préalables recommandées:

Chimie des solutions. Thermodynamique chimique etnotions de cinétique.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (1 semaine)**
Rappels sur les solutions électrolytiques : Conductivité, mobilité des ions, loi de dilution d'Oswald, relation de Kohlrausch).

**Chapitre 2 : (3 semaines)**
Propriétés et grandeurs physiques des électrolytes : Théorie de Debye-Huckel : applications aux calculs des coefficients d'activité ; Solvatation et hydratation des ions ; Lois de Faraday (Ecarts et rendements).

**Chapitre 3 : (5 semaines)**
Thermodynamique des réactions électrochimiques : Définition et rappels préliminaires ; Notions de potentiel chimique ; Tension d'électrode et potentiel d'équilibre ; Notions de double couche électrochimique et modèle de Stern ; Relation de Nernst et ses applications ; Prévisions des réactions RedOx ; Différents types d'électrodes ; Piles électrochimiques et notions de tension de jonction (loi d'Henderson).

**Chapitre 4 : (4 semaines)**
Cinétique des réactions électrochimiques : Définitions ; Vitesse d'une réaction électrochimique ; Montages électrochimiques, Loi de Butler-Vollmer ; Approximation de Tafel.

**Chapitre 5 : (2 semaines)**
Méthodes et techniques électrochimiques : Voltampérométrie ; Chronopotentiométrie, ...

## Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. Genévrière ML Dumas, Roger Benaîm, l'indispensable en électrochimie, Breal, 2001.
2. G. Milazo, « Electrochimie », Dunod,1969.
3. Brenet, « Introduction à l'électrochimie de l'équilibre et du non équilibre », Masson,1980.
4. Allen J. Bard, « Electrochimie : principes, méthodes et applications », Masson, 1983.
5. Fabien Miomandre, SaïdSadki, PierreAudebert, « Electrochimie des concepts aux applications », Dunod, 2005.
6. F.Cœuret, A. Stock,« Eléments de génie électrochimique », Lavoisier Tech. &.Doc, 1993.

**Semestre : *5***
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.2**
**Matière 3: Cinétique chimique et Catalyse homogène**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Consolider les notions de bases de la cinétique chimique (loi cinétique : ordre, énergie d'activation, constante de vitesse). Acquérir des notions d'approche de traitement des mécanismes réactionnels. Faire connaître une branche de la cinétique chimique importante dans différents secteurs : la catalyse.

## Connaissances préalables recommandées:

Les bases de la chimie générale (atomistique, liaison chimique, thermochimie) et les notions fondamentales de la cinétique chimique.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (2 semaines)**
Rappels : Lois simples des vitesses de réactions chimiques ; Energie d'activation ; Molécularité.

**Chapitre 2 : (4 semaines)**
Mécanismes réactionnels : Approximation de l'état quasi-stationnaire ; Mécanismes par stades ; Mécanismes par chaîne.

**Chapitre 3 : (4 semaines)**
Théories cinétiques : Théorie des collisions moléculaires ; Théorie du complexe activé ; Réactions pseudo-monomoléculaires.

**Chapitre 4 : (5 semaines)**
Catalyse homogène : Généralités sur la catalyse homogène ; Mécanismes ; Catalyse acido-basique ; Catalyse enzymatique.

## Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

## Références bibliographiques:


1. B. Fremaux, « Eléments de cinétique et de catalyse », technique et doc. Lavoisier.
2. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet, « Cinétique et catalyse », Lavoisier, 2011.
3. P. Morlaes, J.C. Morlaes, « Cinétique chimique », Vuibert 1981.
4. Michelle Soustelle ; cinétique chimique, éléments fondamentaux, Lavoisier, 2011

**Semestre : *5***
**Unité d'enseignement : UEM 3.1**
**Matière 1: Techniques d'analyse**
**VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h30)**
**Crédits : 3**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Connaître les principales méthodes physiques d'analyse : principe, intérêt et champ d'application dans le domaine de génie des procédés en particulier. Acquérir les bases de l'analyse et du contrôle des matières premières et des produits formulés.

## Connaissances préalables recommandées:

Notions élémentaires sur la dualité onde-corpuscule; Liaisons chimiques ; Transitions électroniques; Notions de chimie analytique; Chimie des solutions.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (8 semaines)**
Méthodes chromatographiques : Généralités sur les méthodes chromatographiques ; Principe général de la séparation chromatographique ; Chromatographie en phase liquide; Chromatographie en phase gazeuse.

**Chapitre 2 : (3 semaines)**
Spectroscopie moléculaire UV – Visible : Principe ; Notions théoriques ; Appareillage ; Interprétation d'un spectre d'absorption UV-Visible.

**Chapitre 3: (4 semaines)**
Spectroscopie Infrarouge (IR) : Principe ; Notions théoriques ; Appareillage ; Interprétation d'un spectre d'absorption IR.

**Applications :**

- Identifications et quantifications par HPLC et CPG
- Vérification de la loi de Beer-Lambert
- Identification des fonctions organiques par IR.

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. Francis Rouessac , Annick Rouessac , Daniel Cruché,«Analyse chimique : Méthodes et techniques instrumentales », 7ème Edition Dunod, 2009.
2. Gwenola Burgot, Jean-Louis Burgot,« Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications : méthodes chromatographiques, électrophorèses, méthodes spectrales et méthodes thermiques », 3ème Edition, Tech & Doc, 2011.
3. R.Rosset,« Chromatographie en phase liquide », Masson, 1995
4. M. Dalibart, L. Servant, « Spectroscopie dans l'infrarouge, Techniques de l'Ingénieur, traité Analyse et Caractérisation », P2845, 2000.

**Semestre :*5***
**Unité d'enseignement : UEM 3.1**
**Matière 2: TP Chimie Physique 1 et génie chimique 1.**
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**
**Crédits : 2**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Observation des phénomènes physiques étudiés lors des cours magistraux; Valider et présenter correctement les résultats obtenus; Formuler, Comprendre une technique expérimentale; Valider et présenter correctement les résultats obtenus; et communiquer des conclusions.

## Connaissances préalables recommandées:

- Chimie des solutions, notions de cinétique, bases de la thermodynamique.
- Etre informé des consignes de sécurité dans un laboratoire et être disposé à travailler en groupe.

Bases de la thermodynamique, notions de phénomènes de transfert.

**NB :** *Liste à titre indicatif, s'adapter selon les moyens ;*
*Nombre de TP à réaliser = Sept(7) : 4 en électrochimie ; 3 en catalyse homogène. 3 en Transfert de chaleur ; 2 en Transfert de masse ; 2 en TQM.*

## Contenu de la matière:

**TP Electrochimie**

- Constante de dissociation ; Electrolytes faibles ; Coefficient d'activité.
- Réalisation d'une pile électrochimique.
- Tracé de courbes intensité-potentiel.
- Mesures du voltage d'une pile en fonction de la température et calculs d'erreur.
- Corrosion d'un métal.
- TP d'électrolyse
-

**TP Cinétique et catalyse homogène**

- Effet de la nature du catalyseur sur la réaction chimique : dismutation de $H_2O_2$ en présence de : chlorure de fer(III), fil de platine, enzyme (morceau de navet) (TP démonstratif pour observer l'effet catalytique et distinguer entre la catalyse homogène, hétérogène, et enzymatique).
- Détermination de la constante catalytique de la réaction de l'ion persulfate avec l'ion iodure en présence de CuSO4.
- Etude cinétique de la réaction de l'ioduration (bromation) de l'acétone catalysée par un acide ou une base.

**TP de génie chimique 1 :**

- Mesure de coefficient de transfert, $K_{La}$, dans un réacteur agité mécaniquement.
- Diffusion des liquides.
- Etude du transfert de chaleur par conduction axiale et radiale.
- Etude du transfert de chaleur par convection.
- Etude du transfert de chaleur par rayonnement.
- Mesure des pertes de charges linéaires dans des conduites de différents diamètres.
- Mesure du coefficient de frottement dans des conduites lisses.
- Etalonnage d'un appareil de mesure
- Etude des performances d'un capteur de mesure (classe, fidélité, justesse, rapidité…)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques:**


1. Allen J. Bard, « Electrochimie : principes, méthodes et applications », Masson, 1983.
2. Fabien Miomandre, Said Sadki, Pierre Audebert, « Electrochimie des concepts aux applications », Dunod, 2005.
3. B. Fremaux,« Eléments de cinétique et de catalyse, technique et documentation », Lavoisier.
4. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet, « Cinétique et catalyse », Lavoisier, 2011.
5. Genévrière ML Dumas, Roger Benaîm, l'indispensable en électrochimie, Breal, 2001.
6. J. Krabol, « Transfert de chaleur », Masson, 1990
7. Bird, Stewart, Lightfoot,« Transport phenomena », Second Edition, J. Wiley etSons, 2002.
8. Laszlo, « Les bases scientifiques du génie chimique », Dunod, 1972.
9. Robert E. Treybal, "Mass tranfer operation », Mc Graw-Hill, 1981.

**Semestre : *5***
**Unité d'enseignement : UEM 3.1**
**Matière 3 : Bilans macroscopiques**
**VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 3**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Les différentes opérations du Génie des Procédés nécessitent l'écriture de bilans de matière et d'énergie pour maitriser le fonctionnement et le dimensionnement des équipements. Les objectifs de cette matière sont de fournir tous les concepts fondamentaux pour effectuer les bilans de matière et d'énergie d'un procédé afin de modéliser les processus.

## Connaissances préalables recommandées:

Chimie physique, phénomènes de transfert, bases en maths et informatique.

## Contenu de la matière:

- Concepts fondamentaux – analyse boîte noire
- Procédés avec ou sans réaction chimique
- Détermination des degrés de liberté
- Schéma avec recyclage
- Schéma avec recyclage et purge
- Exemples d'illustration (Réacteur continu ; Colonne de séparation ; Echangeur de chaleur ; Tour de réfrigération ; Chaudière, …, etc.)

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. P. C. Wankat, « Separation Process Engineering Includes Mass Transfer Analysis », Third edition, Prentice Hall publisher, 2011.
2. R. K. Sinnott, Coulson & Richardson'sChemical Engineering, Vol 6, Fourth edition, Elsevier publisher, 2005.
3. D. Ronze, » Introduction au génie des procédés », Editions Tec & Doc Lavoisier, 2008.
4. Joseph Lieto, « Le génie chimique à l'usage des chimistes », Tec & Doc (Editions), 2004.

**Semestre :*5***
**Unité d'enseignement : UED 3.1**
**Matière1: Procédés pharmaceutiques et agroalimentaires**
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Introduire de manière descriptive les notions de base sur les procédés de synthèse, le traitement et purification des molécules thérapeutiques,de leurs mises en forme dans les formulations galéniques y compris les procédés mis en œuvre à savoir : Les procédés et les technologies liés à la formulation et à la production industrielle des médicaments.

## Connaissances préalables recommandées:

Bases de Chimie ; Notions de génie chimique.

## Contenu de la matière:

### Partie1 : Procédés pharmaceutiques

**Chapitre 1 : Le médicament**

- Introduction
- Définitions
- Les étapes de développement d'un médicament
- Différentes classifications des médicaments
- les principes actifs
- Les excipients
- Le conditionnement
- Activité et toxicité des médicaments
- Devenir des principes actifs dans l'organisme

**Chapitre 2 : les opérations de synthèse**

- Les sources de principes actifs
- Les méthodes d'obtention des substances naturelles
- Les méthodes synthétiques
- Les méthodes biotechnologiques

**Chapitre 3 : Préformulation**

- Voies d'administration
- Choix des formes galéniques
- La classification biopharmaceutique (solubilité, perméabilité)
- Coefficient de dissociation, coefficient de partage

**Chapitre 4 : Environnement de fabrication**

- Entreprise pharmaceutique
- Fabrication d'eau pharmaceutique
- Traitement d'air
- Notion de qualité dans l'industrie pharmaceutique

### Partie2 : Procédés agroalimentaires

**Chapitre 1 :**

Procédés de transformation et de conservation : Optimisation des procédés thermiques : Pasteurisation ; Appertisation ; Cuisson ; Procédés aseptiques; Optimisation des procédés frigorifiques, Réfrigération ; Surgélation ; Transport frigorifique ; Déshydratation et procédés combinés : Séchage ; Fumage ; Déshydratation-imprégnation par immersion (DII).

**Chapitre 2 :**
Généralités sur les procédés de séparation : Séparation de phase : Pressage ; Décantation, Filtration ; Centrifugation ; Séparation à l'échelle moléculaire : Extraction ; Distillation, Evaporation, Entraînement... ; Procédés membranaires.

**Chapitre 3 :**
Génie de la réaction : Génie de la réaction physico-chimique : Coagulation, Gélification, Formation de réseaux mixtes, Réactions thermo-induites, ; Génie de la réaction biologique : Production de biomasse, Production de métabolites, Fermentation, Bioconversion.

**Chapitre 4 :**
Opération de structuration ; Emulsification ; Cuisson-extrusion ; Foisonnement.

**Chapitre 5 :**
Opérations mécaniques et manufacturières : Broyage ; Tamisage ; Ecoulement (en particulier des poudres) ; Transfert ; Découpage ; Assemblage et mise en forme ; Emballage et conditionnement.

**Mode d'évaluation:** Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**


1. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, « Traité de chimie organique », 5ème édition, De boeck, 2009.
2. Graham L. Patrick, « Chimie pharmaceutique », De Boeck, 2002.
3. WEHRLE P. – PharmacieGalénique, Formulation et technologiepharmaceutique, janvier 2008. *MALOINE*
4. LE HIR A. – PharmacieGalénique, Bonnespratiques de fabrication des médicaments, 8ème édition, avril 2001. Abrégés chez MASSON

**Semestre :*5***
**Unité d'enseignement : UED 3.1**
**Matière2 : Pollutions Air, Eau, Sol**
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Faire découvrir les problèmes de pollution et de gestion de notre environnement (causes, conséquences, remèdes, influences de la gestion de notre environnement) ; La partie «pollution des sols" est construite de manière à être accessible sans connaissances préalables en sciences du sol.

## Connaissances préalables recommandées:

Connaissances de base en chimie.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (5 semaines)**

Pollution des Eaux : Cycle de l'eau ; Mesure de la qualité des eaux ; Sources, Mécanismes et symptômes de la pollution des eaux courantes et des lacs ; Influence de la pollution sur les êtres vivants ; Oxygénation et désoxygénation ; Eutrophisation ; Notions sur le traitement et l'épuration des eaux usées ; Prévention de la pollution des eaux.

**Chapitre 2 : (5 semaines)**

Pollution des Sols : Bases en sciences du sol ; Causes et conséquences de la dégradation/pollution des sols ; Comportement des éléments traces dans le sol ; Comportement des polluants organiques dans le sol ; Analyse de risques et législations ; Techniques de décontamination et études de cas.

**Chapitre 3 : (5 semaines)**

Pollution de l'Air : Mise en situation : Environnement-Pollution-Développement durable-Énergie-Consommation d'énergie primaire et émission de $CO_2$ ; Constat ; Notions fondamentales de l'atmosphère et des paramètres météorologiques ; Evolution de la qualité de l'air et effet sur les organismes ; Composants chimiques de l'air atmosphérique ; Polluants chimiques ; Pollution par $NO_2$ ; Formation des polluants ; Quelques conséquences de la pollution de l'air : Effet de serre ; Smog photochimique ; Trou d'ozone.

## Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

## Références bibliographiques:


1. Olivier Atteia, « Chimie et pollutions des eaux souterraines », Ed. Lavoisier & Doc, 2015.
2. Emilian Koller, « Traitement des pollutions industrielles : Eau, air, déchets, sols, boues ».Ed. Dunod, 2009.
3. Françoise Nési,« La pollution des sols : Soil Pollution », 2010.
4. Louise Schriver-Mazzuoli,« La Pollution de l'air intérieur : Sources, Effets sanitaires, Ventilation », Ed. Dunod, 2009.

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UEF 3.2.1**
**Matière1: Opérations unitaires**
**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)**
**Crédits : 6**
**Coefficient : 3**

## Objectifs de l'enseignement:

Connaître les principales opérations unitaires et comprendre les schémas des procédés des différentes industries du génie des procédés (chimiques, électrochimiques, agroalimentaires, pharmaceutiques, …, etc.) ; Ecrire et contrôler les bilans matières de ces processus.

## Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique ; Equations différentielles ; Phénomènes de transfert.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (1 semaine)**
Généralités sur les opérations unitaires : Absorption ; Extraction ; Adsorption ; Distillation, etc…

**Chapitre 2 : (3 semaines)**
Absorption : Equilibre liquide-gaz ; Absorption isotherme, Bilans de matière; Concept d'étage théorique ; Méthode de Mac Cabe et Thièle, notions de contacteurs (colonnes garnies et à plateaux), hydrodynamique des écoulements

**Chapitre 3 : (4 semaines)**
Extraction Liquide – Liquide : Introduction ; définition (solvant, soluté, diluant), Diagramme d'équilibre ; Extraction à un seul étage; extraction multiétages : Méthode graphique de Mac Cabe et Thièle, nombre de plateaux théoriques

**Chapitre 4 : (3 semaines)**
Extraction liquide-solide (Lixiviation): Equilibre solide-liquide ; Diagramme de Janeck : Détermination du nombre d'étages théoriques, cas de l'extraction à contre-courant et à courants croisés.

**Chapitre 5 : (4 semaines)**
Distillation : Distillation d'un mélange binaire ; Distillation en mode discontinu, continu ; Calcul de l'efficacité d'une colonne de rectification (Méthodes graphiques de Mac Cabe et Thièle et de Ponchon et Savarit).

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. Robert E. Treybal,«Mass transfer operations», MC Graw Hill.
2. MC Cabe et Smith,« Chemical engineering operations», MC Graw Hill.
3. COULSON J.M., J.F RICHARDSON, J.R BACKHURST and J.H. HARKER, "Chemical Engineering", volume two, Fifth edition, 2002.

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UEF 3.2.1**
**Matière2: Thermodynamique des équilibres**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Maîtriser l'application des trois principes de la thermodynamique ; Distinguer les différents états d'un gaz ; Prévoir le sens de l'évolution d'une réaction chimique.

## Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique chimique ; Equations différentielles.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : Thermodynamiques des solutions(2 semaines)**
I.1 Comportement d'un constituant dans un mélange ; I.2 Grandeurs molaires partielles ; I.3 Grandeurs d'excès et activité ; I.4 Modèles des solutions liquides non électrolytiques ; I.5 Mélanges gazeux réels et propriétés pseudo-critiques

**Chapitre 2 : Equilibre liquide-vapeur (5 semaines)**
II.1 Equilibre d'un mélange binaire idéale ; II.2 Equilibre de solutions quelconques à constituant miscible et non miscible ; II.3 Diagramme liquide-vapeur à pression et température constante ; II.4 Application à la distillation fractionnée et à entrainement de vapeur ; II.5 Extension au système ternaire

**Chapitre 3 : Thermodynamique des Equilibres liquide-liquide et liquide-solide(5 semaines)**
III.1 Mélange binaire liquide-liquide ; III.2 Application à l'extraction liquide-liquide ; III.3 Mélange liquide-solide ; III.4 Diagramme des activités et solubilités ; III.5 Application aux mélanges ternaires ; III.6 Surfaces et Interfaces

**Chapitre 4 : Thermodynamique des équilibres chimiques(3 semaines)**
IV.1 Equilibre d'un système en réaction chimique ; IV.2 Réactions chimiques homogènes et hétérogènes ; IV.3 Equilibres de phase associé à une réaction chimique

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. Smith, E.B, Basic, Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
2. Stanley I.Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
3. Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
4. Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: Thermodynamics, John Wiley and sons
5. Brodyanski V., Sorin M., Le Goff P. The efficiency of industrial processes, exergy analysis and optimization, Amsterdam, Elsevier, (1994).
6. Wuithier, P, le pétrole, raffinage et génie chimique, édition technip 1972
7. Abbott M; Théorie et applications de la thermodynamique, série schum, Paris 1978
8. Kireev, V. Cours de chimie physique, Edition Mir, Moscou 1975

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UEF 3.2.2**
**Matière1: Réacteurs homogènes**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Mettre en évidence l'influence du choix des réacteurs chimiques et de leurs conditions de fonctionnement sur les produits de réaction obtenus.Dimensionnement des réacteurs idéaux.

## Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, bases de mathématiques ; phénomènes de transfert.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (1 semaine)**

Stœchiométrie : Notion de taux de conversion ; Notion d'avancement ;Cas d'une réaction unique ; Cas de plusieurs réactions.

**Chapitre 2 : Classification des réacteurs chimiques (1 semaine)**

Classification des réacteurs chimiques : Réacteur discontinu parfaitement agité (R.D.P.A) ;Réacteur continu stationnaire parfaitement agité (R.C.P.A) ; Réacteur continu tubulaire stationnaire à écoulement piston (R.C.P).

**Chapitre 3 : Bilans matière dans les réacteurs idéaux (2 semaines)**

Réaction unique : Réacteur fermé parfaitement agité ; Réacteur parfaitement agité continu en régime permanent ; Réacteur piston en régime permanent.

**Chapitre 4 : Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à une réaction: (4 semaines)**

1-R.D.P.A ; R.C.P.A ; R.C.P ; 2- Association de réacteurs chimiques : Association de réacteurs continus stationnaires en écoulement piston (série / parallèle) ; Association de réacteurs continus stationnaires parfaitement agités (série/ parallèle) ; 3- Performances comparées des réacteurs idéaux.

**Chapitre 5: Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à plusieurs réactions**

**(4 semaines)**

Réactions irréversibles consécutives ; Réactions compétitives. Sélectivité et rendement ;

**Chapitre 6 : Réacteurs idéaux non isothermes (3 semaines)**

Notions de Bilans thermiques dans les réacteurs idéaux non isothermes.

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. O. Levespiel,«Chemical reaction engineering », Wiley,1972.
2. G.Antonini,Benaim,« Génie des réacteurs et des réactions ». Nancy 1991.
3. Trambouze,« Les réacteurs chimiques, Conception ».
4. J. Villermaux,« Génie de la réaction chimique, Conception et fonctionnement des réacteurs », Edition Technique et Documentation. 1982.
5. Froment GF Chemical reactor analysis and design 2nd edition (1990) J. Wiley
6. Schweich D. Génie de la réaction chimique. Tec&Doc Lavoisier, (2001) Paris

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UEF 3.2.2**
**Matière2: Phénomènes de surface et Catalyse hétérogène**
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Faire connaître l'existence de la tension superficielle comme paramètre essentiel intervenant dans les interactions interfaciales. Description du phénomène d'adsorption des gaz à la surface des solides à travers les lois de la thermodynamique. Application à la détermination de la surface et du volume poreux des solides.
Donner les bases de la catalyse hétérogène et les différentes techniques d'élaboration des catalyseurs. Montrer succinctement la complexité de l'acte catalytique et l'importance de la modélisation de la cinétique.

## Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques ; Cinétique chimique ; bases de la thermodynamique.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (3 semaines)**
Interface liquide-gaz, Tension superficielle : Notion de tension superficielle ; Fonctions thermodynamiques ; Effet de la température ; Effet de la concentration ; Relation de Gibbs ; Mesure de l'aire moléculaire ; Etude Physico-chimique de la tensioactivité : Adhésion et cohésion ; Mouillage et angle de contact.

**Chapitre 2 : (5semaines)**
Adsorption des gaz à l'interface solide-gaz: Types d'adsorption ; Etude thermodynamique ; Chaleur d'adsorption ; Equilibres de physisorption : adsorption en monocouche (modélisation), en multicouches (modélisation) ; Application à la détermination de la surface d'un solide. Phénomènes d'hystérésis : Porosité ; Loi de Kelvin ; Volume poreux.

**Chapitre 3 : (2 semaines)**
Equilibres de chimisorption des gaz : les isothermes de la chimisorption.Modèles de Langmuir, Temkin, et Freundlich.

**Chapitre 4 : (2 semaines)**
Introduction et généralités sur les catalyseurs : Méthodes de préparation ; Caractérisation ; Classification.

**Chapitre 5 : (3 semaines)**
Cinétique des réactions en catalyse hétérogène : Mécanismes et modèles

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. C. E. Chitour,«Physico-chimie des surfaces », OPU. Volume 1 et 2.
2. J.M. Coulson, J.F. Richardson, Backhurst, Harker,« Chemical engineering », Pergamon Press.
3. J. Fripiat, J. Chaussidon, A. Jelli, « Chimie-physique des phénomènes de surface », Masson.
4. M. Boudart,« Cinétique des réactions en catalyse hétérogène »,Masson.

5. Fauvelle. J.L. (1989). La physico-chimie; son rôle dans les phénomènes naturels, astronomiques, géologiques, et biologiques. Édition : *Reinwald,* 512 p.
6. Friedli, C. (2005). Chimie générale pour ingénieur, Édition : *Presses polytechniques et universitaires romandes*.750p.
7. Fripiat, J. Chaussidon J, Jelli A. (1971) Chimie-physique des phénomènes de surface, Édition : *Masson*, 387 p.
8. Landolt, D. (1993) Corrosion et chimie de surfaces des métaux. Édition : *PPUR presses polytechniques.* 552 p.
9. Lalauze, R. (2006). Physico-chimie des interfaces solide-gaz 1 : concepts et méthodologie pour l'étude des interactions solide-gaz (Coll. Capteurs et instrumentation). Édition *Hermes Science*, 240 p.
10. Somorjai, G.A., Marie-Paule Delplancke, M.P. (1995). Chimie des surfaces et catalyse Édition : *Ediscience International.* 713 p.
11. Peter William Atkins, Julio De Paula, Chimie Physique, Editeur : De Boeck, 4e édition , 2013
12. Sidney F.A. Kettle, Physico-chimie inorganique, Editeur : De Boeck, 4e édition , 2013
13. Moore W.J.Chimie physique .Ed Dunod , 2 éme Edition (1965)

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UEM 3.2**
**Matière1: Projet de Fin de Cycle**
**VHS: 45h00 (TP: 3h00)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Assimiler de manière globale et complémentaire les connaissances des différentes matières. Mettre en pratique de manière concrète les concepts inculqués pendant la formation. Encourager le sens de l'autonomie et l'esprit de l'initiative chez l'étudiant. Lui apprendre à travailler dans un cadre collaboratif en suscitant chez lui la curiosité intellectuelle.

## Connaissances préalables recommandées:

Tout le programme de la Licence.

## Contenu de la matière:

Le thème du Projet de Fin de Cycle doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant tuteur et un étudiant (ou un groupe d'étudiants : binôme voire trinôme). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant (niveau Licence). Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

**Remarque :**
Durant les semaines pendant lesquelles les étudiants sont en train de s'imprégner de la finalité de leur projet et de sa faisabilité (recherche bibliographique, recherche de logiciels ou de matériels nécessaires à la conduite du projet, révision et consolidation d'un enseignement ayant un lien direct avec le sujet, …), le responsable de la matière doit mettre à profit ce temps présentiel pour rappeler aux étudiants l'essentiel du contenu des deux matières ''Méthodologie de la rédaction'' et ''Méthodologie de la présentation'' abordées durant les deux premiers semestres du socle commun.

A l'issue de cette étude, l'étudiant doit rendre un rapport écrit dans lequel il doit exposer de la manière la plus explicite possible :

- Présentation détaillée du thème d'étude en insistant sur son intérêt dans son environnement socio-économique.
- Moyens mis en œuvre : outils méthodologiques, références bibliographiques, contacts avec des professionnels, etc.
- Analyse des résultats obtenus et leur comparaison avec les objectifs initiaux.
- Critique des écarts constatés et présentation éventuelle d'autres détails additionnels.
- Identification des difficultés rencontrées en soulignant les limites du travail effectué et les suites à donner au travail réalisé.

L'étudiant ou le groupe d'étudiants présentent enfin leur travail (sous la forme d'un exposé oral succinct ou sur un poster) devant leur enseignant tuteur et un enseignant examinateur qui peuvent poser des questions et évaluer ainsi le travail accompli sur le plan technique et sur celui de l'exposé.

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

**Semestre :*5***
**Unité d'enseignement : UEM 3.2**
**Matière 2: Simulateurs de procédés**
**VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP: 1h30)**
**Crédits : 3**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

- Se familiariser avec les concepts de modélisation et de simulation des procédés.
- Connaître les principaux logiciels de simulation en génie des procédés.
- Apprendre les bases de la conception d'équipements et de procédés à l'aide de logiciels.

## Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques. Chimie physique. Notions de phénomènes de transfert.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (2 semaines)**
Généralités : Définition de la simulation ; Modélisation mathématique ; Simulateurs commerciaux (HYSYS, Aspen, Prosim, etc.) ; Eléments constitutifs d'un simulateur de procédés ; présentation du logiciel choisi.

**Chapitre 2 : (3 semaines)**
Débuter avec le Logiciel choisi : Création d'une simulation ; Sélection de la liste des composés ; Sélection du modèle thermodynamique ; Se familiariser avec la feuille de simulation ; Installation et spécification des courants de matière.

**Chapitre 3 : (3 semaines)**
Modèles thermodynamiques du Logiciel choisi : Equations d'état ; Prédiction des propriétés physiques des corps purs et des mélanges ; Calcul des équilibres liquide-vapeur.

**Chapitre 4 : (3 semaines)**
Simulation de quelques équipements : Simulation des pompes ; Compresseurs ; Détendeurs ; Séparateur flash ; Echangeur de chaleur ; Fours et réacteurs.

**Chapitre 5 : (4 semaines)**
Exemples de simulation de procédés

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40%, Examen : 60%

## Références bibliographiques:


1. Michael E. Hanyark Jr.,«Chemical Process Simulation and the Aspen HYSYS Software », CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.
2. Hossein Ghanadzadeh Gilani, Katia Ghanadzadeh Samper, Reza Khodaparast Haghi, « Advanced Process Control and Simulation for Chemical Engineers », CRC Press, 2012.
3. Alexandre Dimian, « Integrated Design and Simulation of Chemical Processes », Elsevier, 2003.
4. Amiya K. Jana, « Chemical Process Modeling& Computer Simulation », PHI Learning Pvt. Ltd., 2008.

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UEM 3.2**
**Matière3: TP Chimie Physique 2 et Génie chimique 2**
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**
**Crédits : 2**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Observation des phénomènes physiques étudiés lors des cours magistraux ; Valider et présenter correctement les résultats obtenus ; Formuler et communiquer des conclusions.

## Connaissances préalables recommandées:

Notions de cinétique, bases de la thermodynamique, Etre informé des consignes de sécurité dans un laboratoire et être disposé à travailler en groupe.

**NB :** *Liste à titre indicatif, s'adapter selon moyen.*
*Nombre de TP à réaliser = huit (8) : 2 en Thermodynamique ; 2 en chimie de surface ; 4 en Génie chimique.*

## Contenu de la matière:

### TP1. Thermodynamique

-Détermination de la chaleur de dissolution.
-Fonctions thermodynamiques d'un équilibre acide – base.
-Chaleur de vaporisation d'un liquide pur (Détermination de la chaleur latente de vaporisation de l'acétone.)
-Diagrammes de phases thermodynamiques : Equilibres liquide-vapeur. Equilibres liquide-liquide.
-Chaleur de réaction ionique.
-Détermination des volumes molaires partiels d'une solution binaire.
-Diagramme d'un mélange ternaire.

### TP2. Phénomènes de surfaces

-Adsorption d'un colorant (bleu de méthylène) sur un matériau adsorbant (CA).
-Adsorption d'un composé organique (acide acétique/phénol) sur le charbon actif
-Mesure de la tension superficielle.

### TP3. Génie chimique

-Distillation discontinue.
-Distillation continue du mélange Ethanol/ Eau.
-Distillation simple
-Extraction par solvant
-Coefficient de partage

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UED 3.2**
**Matière1 : Procédés cryogéniques**
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Présenter les différents procédés dans le domaine du froid et de la cryogénie ; Quelques applications dans le domaine des basses températures.

## Connaissances préalables recommandées:

Phénomènes de transfert de chaleur ; Thermodynamique et les outils mathématiques (équations différentielles et calcul intégral).

## Contenu de la matière:

**Introduction générale :** La cryogénie et ses domaines d'applications **(1 semaine)**

**Chapitre 1 :** **(2 semaines)**
Technologie du vide : Importance du vide en cryogénie ; Systèmes de production du vide.

**Chapitre 2 :** **(4semaines)**
Procédés de séparation et de purification des fluides cryogéniques : Procédé de séparation : système idéal ; Procédés de séparation – Rectification ; Rôle et description de la vanne de Joule Thomson ; Procédés de séparation de l'air.

**Chapitre 3 :** **(5 semaines)**
Procédés de liquéfaction des gaz permanents : Procédé de liquéfaction Linde-Hampson ; Procédé de liquéfaction Linde-Hampson à double compression ; Procédé de liquéfaction de Claude.

**Chapitre 4 :** **(3 semaines)**
Applications cryogéniques : Découverte de la supraconductivité ; Application dans l'agroalimentaire.

## Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

## Références bibliographiques:


1. R.F. BARRON, « Cryogenic Systems », 2nd Edition, Oxford University Press, NY, 1985.
2. PETIT, « Oxygène, Azote, Gaz Rares De l'Air », Techniques De l'Ingénieur, Traité Génie Et Procédés Chimiques, J 6020,1973.
3. F.Ayela, P. Decool, J.L.Duchateau, P.Gandit, F.Kircher, A.Sulpice,L.Zani, « Températures Cryogéniques Et Fluides », Techniques De l'Ingénieur, R2811, 2004.
4. A. Rojey, B. Durand, C. Jaffret, S. Jullian et M. Valais, « Le gaz naturel », Ed. Technip, 1994.
5. P. Wuittier, Tome II, « Raffinage et génie chimique », Edition Technique, France 1972.
6. Engineering Data Book, « Physical properties », Section 23, Edition1994.
7. R.C. Reid, J. M. Prausnitz, T. K. Sherwood, « The Properties of gases and liquids », Third Edition Mc. Graw Hill 1977.
8. K.D. Timmerhaus, T.M. Flynn « cryogenic process engineering « Springer Science + business media, LLC 1989.

**Semestre :*6***
**Unité d'enseignement : UED 3.2**
**Matière2 : Corrosion**
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Faire connaître le phénomène de corrosion :Donner les bases théoriques, et présenter les différentes techniques de protection contre la corrosion.

## Connaissances préalables recommandées:

Les bases de l'électrochimie, phénomènes de surface.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 : (6 semaines)**
Différents types de corrosion : Corrosion électrochimique : Corrosion généralisée (uniforme et galvanique) ; Corrosion localisée ; Corrosion sous contrainte ; Corrosion intergranulaire, …, etc. ; Corrosion chimique ; Corrosion bactérienne.

**Chapitre 2 : (3 semaines)**
Diagrammes de phase : Diagramme potentiel-pH, Applications

**Chapitre 3 : (6 semaines)**
Différents moyens de protection : Revêtements ; Inhibiteurs ; Protection cathodique.

## Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

## Références bibliographiques:


1. Dieter Landolt, « Corrosion et chimie de surfaces des métaux» , traité des Matériaux, processus polytechnique et universitaires, Romandes, 1997.
2. C.Rochaix, « Electrochimie thermodynamique- cinétique », Edition Nathan, 1996.
3. B.Baroux, « La corrosion des métaux; passivité et corrosion localisée », Dunod, 2014.
4. G.Béranger, H.Mazille, « Corrosion des métaux et alliages: mécanismes et phénomènes »; Traité MIM, série Alliage métalliques, Lavoisier, 2002.
5. F.Ropital, « Corrosion et dégradation des matériaux métalliques », Ed. Technip, 2009.

**Semestre: 6**
**Unité d'enseignement : UET 3.2**
**Matière : Entrepreneuriat et lean Start-Up 1**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Ce cours situe l'étudiant dans son futur rôle d'acteur économique et l'introduit aux fondements de la démarche entrepreneuriale moderne. Il présente le concept d'université de quatrième génération (University 4.0) et le rôle de l'université dans la valorisation de la recherche scientifique et la création de startups. L'étudiant découvre ensuite l'écosystème national de soutien à l'innovation en Algérie : incubateurs, accélérateurs, fonds d'investissement et cadre réglementaire applicable aux startups et aux micro-entreprises. La seconde partie du cours pose les bases de la méthodologie Lean Startup, à travers la compréhension du marché et des besoins réels du client (Customer Discovery) et la construction d'un modèle d'affaires (Business Model Canvas). À l'issue du cours, l'étudiant sait analyser un écosystème entrepreneurial, formuler des hypothèses entrepreneuriales et concevoir un modèle d'affaires préliminaire, compétences qu'il approfondira dans le module Lean Start-Up 2.

## Connaissances préalables recommandées:

Aucune connaissance technique préalable n'est requise. Une aisance avec le travail en équipe et les outils numériques de base (traitement de texte, présentation, recherche documentaire) facilite le suivi du cours.

## Contenu de la matière:

### I. L'université entrepreneuriale et l'université 4.0 (3 semaines)

- Évolution des générations d'université, de l'université 1.0 à l'université 4.0
- Caractéristiques de l'université 4.0
- Intelligence artificielle et transformation numérique dans l'enseignement supérieur
- Rôle de l'université dans l'économie de la connaissance
- Valorisation des résultats de la recherche scientifique
- Transformation de la recherche scientifique en startups
- Exemples d'universités entrepreneuriales à l'international (MIT, Stanford, Cambridge, Tsinghua, NUS, TUM, PSL/Polytechnique)

### II. L'écosystème entrepreneurial et l'innovation en Algérie et à l'université (3 semaines)

- Concept d'écosystème entrepreneurial
- Acteurs de l'écosystème : incubateurs, accélérateurs, investisseurs, institutions publiques
- Politique algérienne de soutien à l'innovation
- Décision ministérielle n° 1275 relative aux statuts de startup, d'entreprise innovante et de détenteur de brevet
- Incubateurs universitaires et centres de soutien technologique et à l'innovation
- Rôle de l'intelligence artificielle dans l'écosystème entrepreneurial
- Articulation entre l'université et son environnement économique

### III. Introduction aux startups et à la méthodologie Lean Startup (3 semaines)

- Différence entre entreprise traditionnelle et startup

- Notion d'innovation et d'incertitude dans le projet entrepreneurial
- Origines et principes de la démarche Lean Startup (Eric Ries)
- Apprentissage validé (Validated Learning) et réduction du gaspillage
- Le cycle Construire – Mesurer – Apprendre (Build – Measure – Learn)
- La comptabilité de l'innovation (Innovation Accounting)

**IV. Compréhension du marché et du client : Customer Discovery (3 semaines)**

- Les étapes de création d'une startup : idée, équipe, prototype, investissement
- Méthodologie de Steve Blank et Customer Development
- Identification du problème et analyse des besoins du client
- Conduite d'entretiens entrepreneuriaux
- Construction et test des hypothèses
- Adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)

**V. Le modèle d'affaires : Business Model Canvas (3 semaines)**

- Présentation du Business Model Canvas
- La proposition de valeur
- Les segments de clientèle et les canaux de distribution
- Les sources de revenus
- La structure des coûts

## Mode d'évaluation:

Examen : 100 %.

## Références bibliographiques


1. Ries, E. (2011). The Lean Startup.
2. Blank, S., Dorf, B. (2012). The Startup Owner's Manual.
3. Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation.
4. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A. (2014). Value Proposition Design.
5. Blank, S. (2013). Why the Lean Start-Up Changes Everything. Harvard Business Review.
6. Y Combinator (2018). Startup Playbook.
7. OECD (2022). Entrepreneurship and Innovation Policy Frameworks.


## Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions fondamentales introduites dans le cours et nécessaires à la compréhension du module Lean Start-Up 2.

| Terme | Définition |
|---|---|
| **University 4.0** | Université qui relie étroitement l'enseignement, la recherche et l'innovation numérique. |
| **Startup** | Entreprise opérant dans un contexte d'incertitude, à la recherche d'un modèle d'affaires reproductible. |
| **Uncertainty (incertitude)** | État d'incertitude propre aux marchés émergents, dans lequel évolue toute startup. |
| **Lean Startup** | Méthodologie de création d'entreprises fondée sur l'apprentissage rapide et l'expérimentation. |

| Terme | Définition |
|---|---|
| **Lean Thinking** | Approche visant à réduire le gaspillage et à maximiser la valeur créée. |
| **Build – Measure – Learn** | Cycle de base de la démarche Lean Startup : construire, mesurer, apprendre. |
| **Validated Learning (apprentissage validé)** | Apprentissage fondé sur des expérimentations réelles plutôt que sur des suppositions. |
| **Innovation Accounting (comptabilité de l'innovation)** | Mesure du progrès par l'apprentissage plutôt que par le profit immédiat. |
| **Entrepreneurial Hypothesis (hypothèse entrepreneuriale)** | Hypothèse testable sur laquelle repose le projet. |
| **Customer Discovery** | Démarche de compréhension approfondie des problèmes réels rencontrés par les clients. |
| **Customer Development** | Méthodologie de Steve Blank pour la construction progressive de la clientèle. |
| **Customer Validation** | Vérification, sur le marché réel, de la viabilité de la solution proposée. |
| **Problem-Solution Fit** | Adéquation entre le problème identifié et la solution envisagée. |
| **Business Model Canvas** | Représentation visuelle synthétique du modèle d'affaires d'un projet. |
| **Lean Canvas** | Variante simplifiée du Business Model Canvas, centrée sur le problème et la solution. |
| **Value Proposition (proposition de valeur)** | Valeur concrète que le produit ou le service apporte au client. |
| **Idea Validation (validation de l'idée)** | Vérification préalable de la pertinence d'une idée avant son développement. |
| **Hypothesis Testing (test d'hypothèses)** | Vérification méthodique des hypothèses formulées par l'équipe. |
| **Design Thinking** | Démarche de résolution de problèmes centrée sur les besoins de l'utilisateur. |
| **Waste (gaspillage)** | Toute activité qui consomme des ressources sans créer de valeur pour le client. |

# IV- Accords / Conventions

# LETTRE D'INTENTION TYPE

## (En cas de licence coparrainée par un autre établissement universitaire)

**(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)**

Objet : Approbation du coparrainage de la licence intitulée :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer la licence ci-dessus mentionnée durant toute la période d'habilitation de la licence.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

# LETTRE D'INTENTION TYPE

## (En cas de licence en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)

### (Papier officiel à l'entête de l'entreprise)

**OBJET :** Approbation du projet de lancement d'une formation de Licence intitulée :

Dispensée à :

Par la présente, l'entreprise déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame)*……est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

**SIGNATURE** de la personne légalement autorisée :

**FONCTION :**

**Date :**

**CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE**

## V-Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs

**Intitulé de la Licence : Génie des procédés**

| **Chef de département + Responsable de l'équipe de domaine** |
| --- |
| Date et visa:Date et visa: |
| **Doyen de la faculté (ou Directeur d'institut)** |
| Date et visa : |
| **Chef d'établissement universitaire** |
| Date et visa: |

## VI – Avis et Visa de la Conférence Régionale

## VII – Avis et Visa du Comité pédagogique National de Domaine