

# LORRAINE INP

*Devenir Ingénieur d'une Grande École*

*Par la formation continue*

## CYCLE EIGE ENSEIGNEMENT À DISTANCE

*Programme du tronc commun*



Anne MATHIEU  
Responsable Administrative  
Téléphone : 03.72.74.41.86  
[a.mathieu@univ-lorraine.fr](mailto:a.mathieu@univ-lorraine.fr)  
[lorraine.fr](http://lorraine.fr)

David TOUPANCE  
Responsable pédagogique  
Téléphone : 03.72.74.42.08  
[david.toupance@univ-lorraine.fr](mailto:david.toupance@univ-lorraine.fr)

# Module Algèbre (40h apprenant)

## CHAPITRE 1 : POLYNOMES, FRACTIONS RATIONNELLES

### 1 - Polynômes

- Généralités
- Structure de l'ensemble des polynômes
- Division euclidienne ou division suivant les puissances décroissantes
- Racines d'un polynôme. Ordre de multiplicité
- Factorisation des polynômes à coefficients réels
- Division suivant les puissances croissantes

### 2 - Fractions rationnelles

- Généralités
- Décomposition d'une fraction rationnelle en éléments simples de première espèce
- Décomposition d'une fraction rationnelle en éléments simples de seconde espèce
- Méthodes pratiques de décomposition

## CHAPITRE 2 : ESPACES VECTORIELS

### 1 - Notions d'espace vectoriel

- Définitions
- Bases d'un espace vectoriel
- Sous-espace vectoriel

### 2 - Applications linéaires

- Rappels sur les applications
- Linéarité d'une application
- Rang d'une application linéaire
- Noyau d'une application linéaire
- Application linéaire bijective

### 3 - Formes linéaires, bilinéaires et quadratiques

- Formes linéaires
- Formes bilinéaires
- Formes quadratiques

### 4 - Espaces vectoriels euclidiens

- Définition
- Inégalité de Schwarz
- Inégalité de Minkowski
- Dans un espace vectoriel euclidien

## CHAPITRE 3 : SYSTÈMES D'ÉQUATIONS LINÉAIRES - DÉTERMINANTS

### 1 - Déterminant

- Introduction
- Définition du déterminant en dimension 3
- Propriétés
- En dimension  $n$
- Méthodes de calcul

### 2 - Systèmes de $n$ équations à $n$ inconnues

- Interprétation géométrique
- Système de Cramer
- Système avec déterminant nul

### **3 - Systèmes de $n$ équations à $p$ inconnues**

- Plus d'équations que d'inconnues ( $n > p$ )
- Plus d'inconnues que d'équations ( $n < p$ )

### **4 - Résumés des discussions Méthode du pivot de Gauss**

- Résolution d'un système triangulaire
- Equation pivot
- Exemples
- Comparaison des méthodes de Cramer et de Gauss

## **CHAPITRE 4 : CALCUL MATRICIEL**

### **1 - Généralités**

- Définitions
- Exemple
- Matrices et applications linéaires
- Quelques définitions

### **2 - Opérations sur les matrices**

- Matrice nulle
- Egalité de deux matrices
- Somme de deux matrices
- Multiplication par un scalaire
- Produit de deux matrices
- Transposée d'une matrice

### **3 - Matrices carrées**

- Application linéaire associée
- Matrices carrées particulières
- Inversion des matrices carrées
- Matrice de changement de repère

### **4 - Diagonalisation des matrices carrées**

- Valeurs propres et vecteurs propres d'un endomorphisme
- Diagonalisation des matrices carrées

# Module « plusieurs fonctions de variables » (40h apprenant)

## CHAPITRE 1 : MÉTRIQUE ET CONTINUITÉ

### 1 - Distances et ouverts

- Distance
- Boule et pavé

### 2 - Fonctions de plusieurs variables

- Définition
- Représentation graphique

### 3 - Limite et continuité

- Définitions de la limite et de la continuité
- Prolongement par continuité

### 4 - Fonctions vectorielles de variables vectorielles

- Limite
- Continuité
- Applications linéaires continues

## CHAPITRE 2 : DIFFÉRENTIABILITÉ

### 1 - Cas d'une fonction numérique

- Dérivées partielles
- Différentielle

### 2 - Cas d'une fonction de plusieurs variables à valeurs vectorielles

- Définitions
- Théorème
- Exemples fondamentaux

### 3 - Opérations sur les différentielles

- Premières propriétés
- Composition des applications

## CHAPITRE 3 : DÉRIVÉES PARTIELLES D'ORDRE SUPÉRIEUR

### 1 - Théorème de Schwarz

- Théorème de Schwarz
- Généralisation

### 2 - Formule de Taylor des fonctions de plusieurs variables

- Lemme
- Théorème (formule de Taylor)
- Formule de Taylor-Young

### 3 - Application à la recherche d'extrema

- Recherche des extrema
- Comportement de  $f$  au voisinage du point où les dérivées partielles premières sont nulles

### 4 - Dérivées d'ordre supérieur des fonctions composées

- Fonction de deux variables composées avec une fonction vectorielle d'une variable
- Transformation du Laplacien en coordonnées polaires

## CHAPITRE 4 : DES DIFFÉRENTIELLES VERS LES INTÉGRALES

### 1 - *Formes différentielles*

- Définition
- Formes différentielles exactes
- Condition pour qu'une forme différentielle soit exacte

### 2 - *Rappel sur les intégrales simples*

- Généralités
- Changement de variable

### 3 - *Intégrales curvilignes*

- Vecteur fonction d'une variable réelle
- Point fonction d'un variable réelle
- Intégrale curviligne
- Module « Intégrales » (60h apprenant)

# Module « Intégrales » (60h apprenant)

## CHAPITRE 1 : INTÉGRALES DOUBLES

### 1 - *Intégrales doubles*

- Définition
- 1.2. Interprétation des intégrales doubles
- 1.3. Calcul des intégrales doubles par des intégrales simples

### 2 - *Changement de variables dans les intégrales multiples*

- Déterminant fonctionnel (ou Jacobien) d'une transformation
- Changement de variables dans les intégrales doubles

## CHAPITRE 2 : INTÉGRALES TRIPLES

### 1 - *Intégrales triples*

- Définition
- 1.2. Calcul des intégrales triples par des intégrales simples
- 1.3. Application des intégrales triples

### 2 - *Changement de variables dans les intégrales triples*

## CHAPITRE 3 : COURBES

### 1 - *Courbes, intégrales curvilignes, applications*

- Spécificité de l'espace euclidien de dimension 3
- Notions de courbe de l'espace euclidien de dimension 3
- Retour sur l'intégrale curviligne – Circulation
- Application : aire limitée par une courbe orientée fermée plane

## CHAPITRE 4 : INTÉGRALES DE SURFACE

### 1 - *Surfaces et intégrales de surfaces*

- Définitions
- Aire d'une surface

### 2 - *Flux d'un vecteur*

- Flux d'un vecteur à travers une courbe
- Flux d'un vecteur à travers une surface

### 3 - *Angle solide d'un point par rapport à une surface*

- Définition
- Expression générale

## CHAPITRE 5 : ÉLÉMENTS D'ANALYSE VECTORIELLE

### 1 - *Champs de vecteurs*

- Définitions
- Gradient d'un champ scalaire
- Rotationnel d'un champ vectoriel
- Divergence dans un champ vectoriel
- Laplacien

### 2 - *Identités vectorielles*

- Dérivée d'un vecteur par rapport à un autre vecteur
- Permutabilité avec une dérivation
- Formules d'addition
- Formules de multiplication
- Quantités identiquement nulles
- Potentiels scalaire et vectoriel

### 3 - *Coordonnées curvilignes orthogonales*

- Définitions
- Circulation en coordonnées curvilignes orthogonales
- Flux en coordonnées curvilignes orthogonales
- Intégrale triple en coordonnées curvilignes orthogonales
- Gradient en coordonnées curvilignes orthogonales

### 4 - *Application aux coordonnées cylindriques et sphériques*

- Coordonnées cylindriques
- Coordonnées sphériques

## CHAPITRE 6 : FORMULES D'INTÉGRATION

### 1 - *Formules de Green-Riemann, de Stokes et d'Ostrogradski*

- Formule de Green-Riemann
- Formule de Stokes
- Formule d'Ostrogradski

### 2 - *Application aux coordonnées curvilignes orthogonales*

- Rotationnel en coordonnées curvilignes orthogonales
- Divergence en coordonnées curvilignes orthogonales
- Laplacien en coordonnées curvilignes orthogonales

### 3 - *Application aux coordonnées cylindriques et sphériques*

- Coordonnées cylindriques
- Coordonnées sphériques

# Module « Analyse complexe » (30h apprenant)

## CHAPITRE 1 : FONCTIONS HOLOMORPHES

### 1 - Généralités

- Définitions
- Limites dans le plan complexe
- Holomorphicité
- Conditions de Cauchy

### 2 - Propriétés des fonctions holomorphes

- Somme, produit, quotient, composée
- Cas des fonctions analytiques
- Partie réelle et partie imaginaire d'une fonction holomorphe
- Inégalité des accroissements finis
- Exemple de la fonction exponentielle
- Définition

### 3 - Le logarithme complexe

- Définition
- Propriétés
- Fonctions puissances

## CHAPITRE 2 : LA FORMULE DE CAUCHY ET LE THÉORÈME DES RÉSIDUS

### 1 - Les formules de Cauchy

- Notion de compact régulier
- Première formule de Cauchy
- Deuxième formule de Cauchy

### 2 - Points singuliers et développement en série de Laurent

- Fonction holomorphe sur une couronne
- Points singuliers d'une fonction holomorphe

### 3 - La formule des résidus

- Le théorème des résidus
- Calcul pratique du résidu

### 4 - Application au calcul d'intégrales

## CHAPITRE 3 : CONSÉQUENCES DE LA FORMULE DE CAUCHY

### 1 - Propriété de moyenne, principe du maximum

- La propriété de moyenne
- Le principe de maximum

### 2 - Dérivabilité et analyticité

- Une fonction holomorphe est indéfiniment dérivable
- Analyticité
- Inégalités de Cauchy et conséquences

### **3 - Applications de la formule des résidus**

- Détermination du nombre de zéros et de pôles
- Le théorème de Rouché

# Module « Système différentiels » (30h apprenant)

## CHAPITRE 1 : ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DU PREMIER ORDRE

### 1 - Généralités

- Définitions
- Théorème de Cauchy

### 2 - Equations linéaires

### 3 - Equations à variables séparées

### 4 - Equations se ramenant à des équations linéaires

- Equations de Bernoulli
- Equations de Ricatti
- Equation de Lagrange

### 5 - Equations homogènes

## CHAPITRE 2 : ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DU SECOND ORDRE

### 1 - Equations différentielles linéaires à coefficients constants

- Résolution de l'équation sans second membre associée
- Résolution de l'équation complète

### 2 - Equations linéaires à coefficients non constants

- Résolution de l'équation sans second membre
- Equation complète avec second membre
- Cas particulier : les équations d'Euler

### 3 - Equations incomplètes

- Equations  $y'' = f(x, y')$
- Equations où la variable  $x$  n'apparaît pas explicitement

## CHAPITRE 3 : SYSTÈMES DIFFÉRENTIELS

### 1 - Vocabulaire et définitions

- Définition
- Système différentiel du premier ordre

### 2 - Systèmes différentiels linéaires du premier ordre

- Généralités
- Systèmes différentiels linéaires homogènes à coefficients constants
- Systèmes différentiels avec second membre à coefficients constants

## CHAPITRE 4 : MÉTHODES NUMÉRIQUES

### 1 - Position du problème

- Problème de Cauchy
- Principes généraux

### 2 - Les méthodes à un pas : généralités

- Exemple de la méthode d'Euler
- Erreur de consistance – ordre d'une méthode
- Consistance d'une méthode
- Stabilité
- Convergence
- Contrôle du pas

- Méthode d'Euler implicite

### **3 - Les méthodes de Runge-Kutta**

- Introduction
- Les méthodes d'ordre 2
- La méthode d'ordre 4

# Module « Séries »

## (30h apprenant)

### CHAPITRE 1 : SÉRIES

#### 1 - Séries numériques

- Approche
- Définitions
- Condition nécessaire de convergence
- Série géométrique
- Séries de Riemann
- Séries à termes positifs – Critères de convergence
- Séries numériques à termes de signe quelconque

### CHAPITRE 2 : SUITES ET SÉRIES DE FONCTIONS

#### 1 - Convergence des suites de fonctions

- Convergence simple
- Convergence uniforme

#### 2 - Séries de fonction

- Généralités
- Convergence uniforme
- Applications de la convergence uniforme

#### 3 - Séries entières

- Définition
- Rayon de convergence
- Propriétés des séries entières et de la fonction somme
- Séries de Taylor
- Développement en séries de fonctions usuelles

### CHAPITRE 3 : SÉRIES TRIGONOMÉTRIQUES

#### 1 - Introduction

#### 2 - Séries trigonométriques

- Définition
- Périodicité
- Calcul des coefficients de Fourier
- Cas général d'une période quelconque
- Les conditions de Dirichlet

#### 3 - Propriétés pratiques

- Cas d'une fonction paire
- Cas d'une fonction impaire
- Autres cas particuliers

#### 4 - Forme complexe du développement de Fourier

- Notation complexe

#### 5 - Formule de Bessel-Parseval

- Propriétés d'orthogonalité
- Interprétation physique
- Intégration et dérivation des séries de Fourier
- Cas de l'intégration

- Cas de la dérivation

#### **6 - Développement de quelques fonctions usuelles**

- Fonction en dent de scie
- Redressement du courant alternatif

#### **7 - Analyse d'un signal**

# Module « Statistique » (60h apprenant)

## CHAPITRE 1 : STATISTIQUE DESCRIPTIVE

### 1 - Généralités

- Vocabulaire
- Description d'une variable descriptive
- Description d'une variable quantitative

### 2 - Les paramètres des variables quantitatives

- Les paramètres de tendance centrale
- Les paramètres de dispersion

### 3 - La régression simple

- Nuage de points
- Droite des moindres carrés
- Les régressions autres que linéaires

## CHAPITRE 2 : PROBABILITÉ

### 1 - Dénombrement

- Produit cartésien et n-uplets
- Arrangements et permutations
- Combinaisons – Le triangle de Pascal

### 2 - Probabilité

- Définitions et vocabulaire
- Cas particulier : équiprobabilité dans un univers fini
- Probabilité conditionnelle
- Indépendance de deux évènements

### 3 - Trois théorèmes importants

- Formule des probabilités composées
- Formule des probabilités totales
- Formule de Bayes

## CHAPITRE 3 : VARIABLES ALÉATOIRES DISCRÈTES

### 1 - Notion de variable aléatoire

- Définition
- Loi de probabilité d'une variable aléatoire discrète
- Fonction de répartition d'une variable aléatoire discrète

### 2 - Espérance et variance d'une variable aléatoire discrète

- Espérance
- Variance
- Ecart-type

### **3 - Lois discrètes classiques**

- Loi uniforme discrète
- Loi de Bernoulli
- Loi binômiale
- Loi géométrique
- Loi de Poisson

### **4 - Couple de variables aléatoires discrètes**

- Définition
- Loi de probabilité
- Indépendance de deux variables aléatoires – Covariance

## **CHAPITRE 4 : VARIABLES ALÉATOIRES CONTINUES**

### **1 - Notion de variable aléatoire continue**

- Introduction et définition
- Lien entre fonction de répartition et densité de probabilité
- Fonction d'une variable aléatoire continue

### **2 - Espérance et variance d'une variable aléatoire continue**

- Espérance
- Variance et écart-type
- Inégalité de Bienaymé-Tchebitchef

### **3 - Lois continues classiques**

- Loi uniforme
- Loi exponentielle
- Loi normale

### **4 - Couple de variables aléatoires continues**

- Définition, loi de probabilité
- Indépendance de deux variables aléatoires continue – Covariance
- Application : loi faible des grands nombres – Théorème central limite

## **CHAPITRE 5 : STATISTIQUE INFÉRENTIELLE**

### **1 - Généralités**

- Echantillonnage
- Les statistiques que nous allons étudier
- Moyenne et écart-type

### **2 - Les lois usuelles**

- La loi de Laplace-Gauss, ou loi normale centrée réduite
- Loi du khi-deux
- Loi de Student
- Loi de Fisher-Snedecor

### **3 - Estimation**

- Estimateur
- Estimation ponctuelle

### **4 - Estimation par intervalle de confiance**

- Généralités
- Intervalle de confiance de la moyenne d'une loi normale
- Intervalle de confiance de la variance d'une loi normale
- Intervalle de confiance de la fréquence d'un caractère

## CHAPITRE 6 : LES TESTS

### 1 - Généralités

- Introduction
- Exemple
- Vocabulaire

### 2 - Les tests paramétriques

- Moyenne d'une loi normale
- Variance d'une loi normale
- Fréquence dans un grand échantillon

### 3 - Test de comparaison d'échantillons

- Comparaison de la variance de deux échantillons suivant une loi normale
- Comparaison des deux moyennes de deux échantillons suivant une loi normale
- Comparaison de deux fréquences dans de grands échantillons

# Module « Informatique » (60h apprenant)

## CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

### 1 - Généralités

### 2 - Fonctionnement d'un ordinateur

- UAL et UC
- Mémoire
- Entrées-sorties
- Bus
- Architecture
- Instructions
- Logiciels
- Système d'exploitation

### 3 - Les programmes en C

- Présentation d'un programme C standard
- Les types
- Les sorties écran
- Les entrées clavier

## CHAPITRE 2 : INSTRUCTIONS ÉLÉMENTAIRES

- Algorithmique
- Instructions conditionnelles ou tests simples
- Un exemple complet
- Les boucles
- Exemple : programme de la dichotomie

## CHAPITRE 3 : TABLEAUX ET POINTEURS

### 1 - Les tableaux

- Définition
- Utilisation dans un programme

### 2 - Les pointeurs

- Généralités
- En langage C

### 3 - Les tris

- Tri par maximum
- Tri à bulle
- Tri par insertion

## CHAPITRE 4 : FONCTIONS

### 1 - Syntaxe des fonctions

- Généralités
- Structure d'une fonction
- Exemple
- Fonctionnement d'une fonction

## CHAPITRE 5 : QUELQUES MÉTHODES D'ANALYSE NUMÉRIQUE

### 1 - *Méthode de Gauss*

- Position du problème
- Des tableaux
- La méthode de Gauss

### 2 - *Des fonctions*

- Généralités
- Pointeurs et tableaux
- Le pivot

### 3 - *Méthode de résolution d'équation*

- Méthode de la sécante
- Méthode de Newton
- Exercices
- Ordre de convergence

### 4 - *Méthode de Newton-Raphson*

## CHAPITRE 6 : STRUCTURES

### 1 - *Introduction*

### 2 - *Méthodes pour déclarer les structures*

### 3 - *Utilisation*

# Module « Automatique » (40h apprenant)

## CHAPITRE 1 : MODÉLISATION DES FONCTIONS LINÉAIRES – FONCTIONS DE TRANSFERT

### 1 - Introduction Notion de signal

- Signaux temporels
- Principe de causalité
- Signaux non temporels

### 2 - Le cas des systèmes linéaires La transformation de Laplace

- Définition
- Propriétés fondamentales de la transformation de Laplace
- Transformée de Laplace inverse

### 3 - Transformées de Laplace de quelques signaux usuels

- Echelon unité
- Impulsion unitaire
- Signal sinusoïdal
- Signaux quelconques

### 4 - Fonction de transfert d'un système

- Définition
- Exemple de calcul de fonction de transfert

### 5 - Résolution d'un problème à l'aide de la fonction de transfert

- Principe
- Exemples

### 6 - Introduction à la représentation d'état d'un système linéaire

- Généralités
- Résolution de l'équation à l'aide de la transformée de Laplace
- Matrice et fonction de transfert

## CHAPITRE 2 : MODÈLES FRÉQUENTIELS DES SIGNAUX ET DES SYSTÈMES

### 1 - Description des signaux

- L'exemple du signal sinusoïdal
- Représentation d'un signal composé
- Notion de spectre

### 2 - Le cas des signaux périodiques

- Décomposition en série de Fourier
- Exemple de calcul d'un spectre : signal en dent de scie
- Exercice : calcul du spectre d'un signal carré

### 3 - Le cas des signaux non périodiques à énergie finie

- Définition
- Transformée de Fourier – Spectre des signaux non périodiques à énergie finie
- Exemple de calcul du spectre d'un signal non périodique
- Relation entre la transformée de Laplace et la transformée de Fourier
- Exercice : calcul du spectre d'un échelon
- Exercice : calcul du spectre d'une impulsion

#### **4 - Modélisation fréquentielle du comportement d'un système**

- Définitions
- Diagrammes de Bode

#### **5 - Diagrammes de Bode dits « asymptotiques »**

- Exemple de diagramme de Bode asymptotique
- Méthode pour le tracé de diagramme de Bode asymptotique
- Exemple d'application

## **CHAPITRE 3 : SYSTÈMES ASSERVIS, STABILITÉ**

### **1 - Inconvénients de la commande en boucle ouverte Le principe de la commande en boucle fermée**

#### **Modélisation d'une boucle de régulation**

- Principe
- Exercice : mise en équation d'un système physique bouclé

#### **2 - Le problème de la stabilité**

- Critère mathématique de stabilité
- Exercice : stabilité des systèmes d'ordre 1 et 2
- Critère algébrique de Routh
- Exemple d'étude de la stabilité à l'aide du critère algébrique de Routh
- Marge de phase

## **CHAPITRE 4 : PERFORMANCES ET CORRECTION DES SYSTÈMES ASSERVIS**

### **1 - Amélioration de la marge de phase – Correction proportionnelle**

- La marge de phase : la première des performances
- Exercice : correction de la marge de phase

### **2 - Précision des systèmes régulés**

- Problématique et définition de l'erreur statique
- Calcul de l'erreur statique
- Conclusions
- La précision parfaite – La correction intégrale

### **3 - Performances dynamiques**

- Définitions
- Influence du gain statique
- Relations en performances statiques et paramètres en boucle ouverte
- Généralisation

### **4 - Correction complète d'un système**

- Le correcteur à avance de phase
- La correction d'un système en fonction d'un cahier des charges

# Module « Mécanique 1 » (30h apprenant)

## CHAPITRE 1 : CINÉMATIQUE DU POINT

### 5 - Description du mouvement d'un point

- Point étudié, observateur
- Référentiel
- Trajectoire, vecteur position
- Vitesse
- Accélération

### 6 - Les bases de projection

- Base cartésienne
- Base cylindrique
- Base sphérique
- Base de Frénet

### 7 - Mouvements particuliers

- Mouvement rectiligne
- Mouvement circulaire

### 8 - Mouvements relatifs

- Référentiel en mouvement
- Loi de composition des vitesses
- Loi de composition des accélérations

## CHAPITRE 2 : DYNAMIQUE DU POINT

### 9 - Définitions

### 10 - Référentiel galiléen

- Exemples
- Principe fondamental de la dynamique
- Principe fondamental de la statique
- Principe des actions réciproques

### 11 - Forces

- Force de contact
- Force de frottement fluide
- Tension d'un fil
- Force de rappel élastique
- Force gravitationnelle
- Force électrostatique

### 12 - Théorème du moment cinétique

- Moment cinétique
- Théorème
- Applications

### 13 - Principe fondamental de la dynamique en référentiel non galiléen

## CHAPITRE 3 : ENERGÉTIQUE DU POINT

### 14 - Définitions

- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle, forces conservatives
- Energie mécanique

### 15 - Théorèmes

- De l'énergie cinétique
- De l'énergie mécanique
- De la puissance cinétique
- De la puissance mécanique

# Module « Mécanique 2 » (30h apprenant)

## CHAPITRE 1 : CINÉMATIQUE DUSOLIDE

### 1 - Définitions

- Solide rigide
- Moments
- Torseurs

### 2 - Mouvement dans l'espace

- Référentiel
- Repère de projection
- Mouvement général d'un solide rigide
- Paramétrage de la rotation
- Dérivation dans une base mobile
- Torseur cinématique

### 3 - Mouvements particuliers

- Solide en translation
- Solide en rotation

### 4 - Contact entre deux solides

- Contact ponctuel
- Mouvement plan sur plan

### 5 - Centre de gravité

- D'un système de masses ponctuelles
- D'un solide rigide non homogène
- D'un solide rigide homogène

### 6 - Moments d'inertie

- Définitions
- Théorème de Huyghens
- Matrice d'inertie

## CHAPITRE 2 : DYNAMIQUE DUSOLIDE

### 1 - Torseur cinétique

### 2 - Torseur dynamique

### 3 - Calcul des moments cinétiques

### 4 - Référentiel barycentrique

### 5 - Théorèmes de Koenig

### 6 - Actions mécaniques

- Torseur
- Actions mécaniques à distance
- Actions mécaniques de contact

### 7 - Les liaisons mécaniques

### 8 - Principe Fondamental de la dynamique

- Théorème de la résultante dynamique
- Théorème du moment dynamique
- Cas de la statique

## CHAPITRE 3 : ENERGÉTIQUE DU SOLIDE

### 1 - Définitions

- Travail et puissance d'une action mécanique
- Energie cinétique barycentrique
- Théorème de Koenig
- Energie potentielle, forces conservatives
- Energie mécanique

### 2 - Théorèmes

### 3 - Applications

# Module « Electricité générale » (30h apprenant)

## CHAPITRE 1 : CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN RÉGIME CONTINU

### 1 - Dipôles

- Définition
- Courant électrique et tension électrique
- Puissance électrique absorbée par un dipôle
- Dipôles passif et actif
- Dipôles particuliers : sources de courant et de tension, résistance et loi d'Ohm
- Dipôles quelconques – Modèles de Thévenin, de Norton et équivalence
- Point de fonctionnement

### 2 - Calcul de circuits

- Définitions
- Lois de Kirchoff
- Dipôle équivalent
- Analyse d'un réseau linéaire
- Simplifications de circuits

### 3 - Les théorèmes généraux

- Préliminaires : extinction d'une source de courant et d'une source de tension
- Théorème de superposition
- Théorème de Millmann
- Théorème de Thévenin
- Théorème de Norton

## CHAPITRE 2 : CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN RÉGIME TRANSITOIRE

### 1 - Régime transitoire – Régime permanent

- Exemples
- Conclusion

### 2 - Le condensateur et l'inductance

- Le condensateur
- L'inductance

### 3 - Les systèmes du premier ordre

- Présentation – forme canonique – résolution
- Exemples

### 4 - Les systèmes du second ordre

- Présentation – forme canonique –résolution
- Exemple

## CHAPITRE 3 : CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN RÉGIME SINUSOÏDAL

### 1 - Domaine d'étude - Outils

- Domaine d'étude
- Expression et caractéristiques d'une grandeur sinusoïdale
- Représentation complexe d'une grandeur sinusoïdale
- Représentation de Fresnel

### 2 - Les circuits électriques en régime sinusoïdal

- Impédance et admittance – Loi d'Ohm
- Exemples

### **3 - Puissance en régime sinusoïdal**

- Puissances active, réactive et apparente
- Puissances et impédance
- Puissances et admittance
- Théorème de Boucherot
- Facteur de puissance
- Diagramme de Fresnel et puissance
- Puissance complexe

# Module « Thermodynamique » (60h apprenant)

## CHAPITRE 1 : INTRODUCTION – PRESSION ET TEMPÉRATURE

### 1 - Variables d'état d'un système

- Définitions
- Variables intensives et extensives

### 2 - Equilibre thermodynamique

- Types de système
- Equilibre thermodynamique d'un système
- Equation d'état
- Coefficients thermoélastiques

### 3 - Evolution d'un système

- Transformation réversible
- Transformation irréversible
- Terminologie de quelques transformations

### 4 - Pression cinétique pour un gaz parfait en équilibre

- Définition d'un gaz parfait
- Propriétés de la vitesse des molécules
- Expression de la pression cinétique
- Unités de pression
- Pression partielle

### 5 - Température cinétique d'un gaz parfait en équilibre

- Echelle centésimale de température
- Echelle absolue de température
- Température cinétique d'un gaz parfait
- Equation d'état d'un gaz parfait
- Equation d'état des gaz réels

### 6 - Equation d'équilibre d'un fluide dans un champ de pesanteur

## CHAPITRE 2 : LE PREMIER PRINCIPE, UN PRINCIPE DE CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

### 1 - Energies d'un système à l'équilibre thermodynamique

- Energie d'un système fermé en équilibre
- Energie interne d'un système fermé en équilibre thermodynamique
- Enthalpie d'un système

### 2 - Echange d'énergie au cours d'une transformation d'un système fermé

- Travail des forces pressantes extérieures

- Chaleur reçue par un système

### 3 - Le premier principe de la thermodynamique

- Énoncé
- Exemples de bilan d'énergie pour quelques transformations

### 4 - Etude de quelques transformations particulières

- Transformation isochore
- Transformation monobare
- Relation de Mayer
- Transformation adiabatique

### 5 - Etude des systèmes ouverts

- Bilan d'énergie
- et  $C_P$  pour un gaz parfait
- Equation en régime permanent

## CHAPITRE 3 : LE SECOND PRINCIPE : UN PRINCIPE D'ÉVOLUTION

### 1 - Notion d'entropie

- Insuffisance du premier principe
- Énoncé du second principe

### 2 - Calcul de variation d'entropie

- Variation d'entropie pour une transformation réversible
- Expression de la variation d'entropie pour une transformation quelconque d'un gaz parfait
- Vérification et utilisation du second principe sur deux transformations spontanées pour des systèmes isolés

### 3 - Fonction énergie et enthalpie libres

- Variation d'entropie d'un thermostat
- Transformation isochore et monotherme
- Transformation monobare et monotherme

### 4 - Exemples de calcul d'entropie

- Échange thermique
- Exercice récapitulatif corrigé

## CHAPITRE 4 : CHANGEMENT D'ÉTAT D'UN CORPS PUR

### 1 - Diagramme d'état de changement de phase

- Les différentes phases d'un corps pur
- Courbes de coexistence de phases

### 2 - Evolution à température constante : isothermes d'Andrews

- Diagramme de Clapeyron
- Diagramme entropique

### 3 - Chaleurs latentes

- Définition

- Les différentes chaleurs latentes
- Relation de Clapeyron

## CHAPITRE 5 : LES MACHINES THERMIQUES

### 1 - Relations générales

- Définitions
- Equations de fonctionnement en régime permanent
- Cas du moteur monotherme
- Cas des machines dithermes

### 2 - Rendement et efficacité des machines dithermes

- Moteur thermique
- Machines frigorifiques

**N'hésitez pas à nous contacter pour toute information complémentaire :**

Anne MATHIEU  
Responsable Administrative  
Téléphone : 03.72.74.41.86  
[a.mathieu@univ-lorraine.fr](mailto:a.mathieu@univ-lorraine.fr)

David TOUPANCE  
Responsable pédagogique  
Téléphone : 03.72.74.42.08  
[david.toupance@univ-lorraine.fr](mailto:david.toupance@univ-lorraine.fr)