

LORRAINE INP

Devenir Ingénieur d'une Grande École

Par la formation professionnelle

CYCLE EIGE ENSEIGNEMENT À DISTANCE

Programme du tronc commun



Anne MATHIEU
Responsable Administrative
Téléphone : 03.72.74.41.86
a.mathieu@univ-lorraine.fr
univ-lorraine.fr

David TOUPANCE
Responsable pédagogique
Téléphone : 03.72.74.42.08
david.toupance@univ-lorraine.fr

MODULES	Horaire
Tronc commun	
Algèbre	40h
Fonction de plusieurs variables	40h
Intégrales	60h
Systèmes différentiels	30h
Séries	30h
Informatique	60h
Automatique	40h
Mécanique 1	30h
Électricité générale	30h
Thermodynamique	60h
Total	420h

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
- Équation 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
- Égalité 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

5 - Systèmes de n équations à p inconnues

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

6 - Résumés des discussions Méthode du pivot de Gauss

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

Module « fonctions de plusieurs 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'une 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 « 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 « 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 « 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

David TOUPANCE
Responsable pédagogique
Téléphone : 03.72.74.42.08
david.toupance@univ-lorraine.fr