

SEMESTRE 1

- **Panorama sur la physique** (Majeure Physique P1, 7.5 ECTS) : 54h = 18h CM + 36 h TD
Introduction à la pensée scientifique : les ordres de grandeur ; analyse dimensionnelle ; présentation de la méthode scientifique.
La lumière : les différents cadres et modèles ; optique géométrique (miroirs plans, lentilles minces)
Cinématique : repérage dans l'espace et le temps ; grandeurs cinématiques.
Introduction à la mécanique du point : les 3 lois de Newton, les interactions fondamentales, les forces à notre échelle (gravitation, poids, forces de contact, frottements solide/fluide, lois de Coulomb, ressort).
- **Algèbre linéaire 1** (Majeure Maths M1a, 6.5 ECTS) : 54h = 18h CM + 36h TD
Nombres complexes : Forme algébrique, opérations élémentaires. Racine carrée, résolution d'une équation du second degré. Forme trigonométrique, interprétation géométrique. Exponentielle d'un nombre complexe, racines n-ièmes d'un nombre complexe.
Systèmes linéaires en petite dimension : Systèmes équivalents. Méthode du pivot de Gauss.
Espaces vectoriels : \mathbf{R}^2 , \mathbf{R}^3 , \mathbf{R}^n , définition de la somme, du produit par un scalaire. Notions d'espace vectoriel, de sous-espace vectoriel. Familles libres, liées, génératrices, bases. Dimension, somme de sous-espaces vectoriels.
Applications linéaires et calcul matriciel : Applications linéaires, endomorphismes. Matrice d'une application linéaire, calcul matriciel.
Etude des endomorphismes et des matrices : Noyau et image d'une application linéaire. Théorème sur la dimension du noyau et de l'image d'une application linéaire.
- **Analyse 1** (Majeure Maths M1b, 6.5 ECTS) : 54h = 18h CM + 36h TD
Rudiment de logique, nombres réels : Implication, équivalence, réciproque, contraposée, quantificateurs, négation d'une proposition, récurrence. Sous-ensembles, intersection, réunion, produit cartésien. Relations d'ordre ; inégalités et inéquations dans \mathbf{R} : valeur absolue, inégalité triangulaire. Sous-ensembles de \mathbf{R} : intervalles, ensembles minorés, majorés et bornés.
Etude de fonctions : Applications, image directe et réciproque d'une partie, composition. Définitions à base de quantificateurs : fonctions bornées, croissantes, décroissantes, paires, impaires, périodiques. Opérations algébriques sur les fonctions. Rappels et compléments sur les calculs de limites. Limites et relation d'ordre. Dérivée, opérations algébriques. Dérivée des fonctions usuelles, dérivée d'une composée de fonctions. Lien entre le signe de la dérivée et la variation de la fonction, étude de fonctions : tableau de variation, minimum et maximum.
Dérivées d'ordre supérieur : Dérivées d'ordre supérieur. Formule de Taylor-Young. Développements limités usuels, opérations algébriques sur les développements limités. Calculs de développements limités et applications au calcul de limites.
Calcul de primitives : Primitives usuelles. Intégration par parties. Changement de variables.
- **Logique** (Majeure Info I1, 3.25 ECTS) : 27h = 12h CM+16,5h TD
Syntaxe de la logique propositionnelle : Structure d'une formule. Expression bien parenthèse. Représentation en arbre, hauteur.
Sémantique de la logique propositionnelle : Evaluation d'une formule. Notions de tautologie, de formule satisfaisable. Tables de vérité. Formules avec constantes. Raisonnements par équivalence. Raisonnements par disjonction de cas. Formes normales conjonctive, disjonctive.
Logique de prédicats : Syntaxe. Variable libre, variable close. Evaluation d'une formule. Reformulation, calcul de la négation d'une formule. Démonstration d'une formule.

- **Algorithmique et programmation en Python 1** (Majeure Info I1, 3.25 ECTS) : 27h = 1,5h CM+24h TD
Algorithmique et Python : définition, formalisme pseudo-code, présentation du langage Python, environnement de développement.
Variables et opérations : définition, typage et conversions, opérateurs, interaction utilisateur.
Branchements conditionnels : définition, opérateurs de comparaison, opérateurs logiques.
Fonctions : définition, déclaration, communication entre 2 fonctions, séparation affichages et traitements.
Boucles : définition, boucles « pour » et « tant que ».
Structures de données : tableaux et listes, chaînes de caractères, tuples, boucles en mode « itérateur », passage par valeur et référence.
- **Anglais (CUPGE-MP, 3 ECTS) : 18h**
Développement des compétences écrites et orales à travers des documents traitant de questions d'actualité. Approfondissement vocabulaire et grammaire général et spécifique.

SEMESTRE 2

- **Mécanique du point** (Majeure Physique P2, 6 ECTS) : 54h = 18h CM + 30h TD + 6h TP
Travail et énergie : Théorème de l'énergie cinétique. Forces conservatives, énergie potentielle, énergie mécanique.
Quantité de mouvement et collisions : Centre de masse. Collisions.
Moment cinétique et forces centrales : Moment cinétique, moment d'une force. Applications aux mouvements à forces centrales. Problème à deux corps, masse réduite.
Gravitation : Lois de Kepler. Trajectoires des satellites.
Oscillations : Oscillations libres et amorties.
- **Algèbre linéaire 2** (Majeure Maths M2a, 6 ECTS) : 54h = 18h CM + 36h TD
Déterminants : Déterminant d'une matrice carrée, d'une famille de vecteurs. Lien avec l'indépendance linéaire des vecteurs. Calculs de déterminants.
Compléments d'algèbre linéaire : Matrices inversibles, lien avec le déterminant. Inverse d'une matrice. Changement de bases, matrice de passage. Matrice équivalente, rang d'une matrice.
Polynômes : Fonction polynôme, structure vectorielle des polynômes. Degré, divisibilité, division euclidienne, polynôme dérivé. Racines d'un polynôme : définition, multiplicité, utilisation des polynômes dérivés. Polynômes irréductibles dans \mathbf{C} , dans \mathbf{R} . Factorisation.
Equations différentielles linéaires : Définition des équations différentielles linéaires, équations sans second membre. Structure linéaire des solutions. Résolution des équations différentielles linéaires d'ordre 1 à coefficients variables. Résolution des équations différentielles linéaires d'ordre 2 à coefficients constants avec second membre du type exponentiel, polynôme.
- **Analyse 2** (Majeure Maths M2b, 6 ECTS) : 54h = 18h CM + 36h TD
Suites de nombres réels : Distance sur \mathbf{R} , voisinage d'un point de la droite réelle. Définition d'une suite, exemples des suites arithmétiques, géométriques, suites croissantes, décroissantes, bornées. Limites de suites, opérations sur les limites, limites usuelles, théorèmes de comparaison. Bornes supérieures et inférieures dans \mathbf{R} , théorème des suites monotones, suites adjacentes. Suites extraites, théorème de Bolzano-Weierstrass (admis).
Limites de fonction, continuité : Définition de limite de fonctions. Opérations sur les limites. Continuité, continuité à gauche, à droite. Prolongement par continuité. Caractérisation séquentielle de la continuité. Application : étude des suites récurrentes du type $u_{n+1}=f(u_n)$ (toile d'araignée).
Propriétés d'une fonction continue sur un intervalle : Théorème des valeurs intermédiaires, preuve avec les suites adjacentes (dichotomie). Image d'un segment par une application continue, preuve avec le théorème de Bolzano-Weierstrass.
Dérivée, théorème des accroissements finis : Théorème de Rolle, théorème des accroissements finis, inégalité des accroissements finis.
Applications : lien entre sens de variation et signe de la dérivée, formule de Taylor-Lagrange.
Fonctions réciproques.
- **Algorithmique et programmation en Python 2** (Majeure Info I2, 3 ECTS) : 27h = 9h CM + 18h TD
Rappels : structures de choix, structures de répétition, fonction, portée des variables, type structuré (tableaux/listes)
Conversion entre types structurés : tableaux/listes, chaînes de caractères, tuples.
Compléments sur les fonctions : passage des arguments par valeur/référence, récursivité simple/croisée.
Recherches itératives et récursives dans des structures linéaires : recherche séquentielle, dichotomique, par interpolation, notion de complexité algorithmique.
Tris de données dans des structures linéaires : tris par propagation, par insertion, shell, par sélection, rapide.

- **Initiation au langage C** (Majeure Info I2, 3 ECTS) : 27h = 9h CM + 18h TD
Structure d'un programme C. Fonctions. Tableaux statiques. Pointeurs. Suites de fonctions. Structures et énumérations. Fonctions et structures.
- **Anglais** (CUPGE-MP, 2 ECTS) : 18h
Développement des compétences écrites et orales à travers des documents traitant de questions d'actualité. Approfondissement vocabulaire et grammaire général et spécifique. Initiation à la certification du TOEIC.

Cours complémentaires CUPGE :

- **Optique géométrique et mécanique** (CUPGE, 1 ECTS) : 24h = 12h CM + 12h TD
Prisme. Miroir plan, lentilles minces, instruments d'optiques. Oscillations mécaniques forcées. Forces centrales, notion d'énergie potentielle effective.
- **Electricité** (CUPGE, 2 ECTS) : 30h = 15h CM + 15h TD
Lois de l'électrocinétique. Dipôles linéaires. Circuits électriques en régime continu et transitoire. Circuits linéaires en régime sinusoïdal. Filtres. Amplificateur linéaire intégré.
- **Chimie des solutions/Architecture de la matière** (CUPGE-MP, 1 ECTS) : 18h = 9h CM + 9h TD
Chimie des solutions : Equilibres chimiques, acides et bases en solution aqueuse (calcul de pH), oxydo-réduction (relation de Nernst, piles électrochimiques, ...).
Architecture de la matière : Quantification de l'énergie des atomes. Atomes à un et plusieurs électrons. Utilisation de la classification périodique. Molécules diatomiques et polyatomiques.

SEMESTRE 3

- **Electromagnétisme 1** (Majeure Physique M3a-P, 6 ECTS) : 64,5h = 28,5h CM + 30h TD + 6h TP
Champ électrique, potentiel électrostatique, énergie potentielle électrostatique, théorème de Gauss, formes locales de l'électrostatique. Conducteurs à l'équilibre, condensateurs ; dipôles électrostatiques. Milieu conducteur, courant électrique, loi d'Ohm. Champ magnétique, loi de Biot et Savart, théorème d'Ampère, formes locales de la magnétostatique, dipôle magnétique. Induction électromagnétique : loi de Faraday et de Lenz, auto-induction.
- **Mécanique du solide** (Majeure Physique M3a-P, 3 ECTS) : 33h = 12h CM + 18h TD + 3h TP
Systèmes de points matériels : théorèmes généraux. Changements de référentiels. Solides indéformables : cinématique (rotation autour d'un axe) et dynamique.
- **Séries** (Majeure Maths M3a-M, 5.5 ECTS) : 58,5h = 19,5h CM + 39h TD
Comparaison des suites numériques : Relations O et o ; relation d'équivalence ; détermination pratique des équivalents.
Séries numériques : somme partielle, convergence d'une série ; opérations sur les séries, séries de référence ; convergence absolue, critères de convergence pour les séries à termes positifs, comparaison à la primitive ; produit de Cauchy de deux séries.
Séries de fonctions : convergences simple et normale ; préservation de la continuité ; intégration sur un segment de la fonction somme, primitive d'une série de fonctions ; préservation de la dérivabilité.
Séries entières : rayon et disque de convergence, critères de calcul du rayon ; opérations sur les séries entières ; continuité et dérivabilité des séries entières ; fonctions développables en séries entières, développements usuels.
- **Fonctions de plusieurs variables** (Majeure Maths M3b-M, 5.5 ECTS) : 58,5h = 19,5h CM + 39h TD
Normes sur R^n : normes, distances, bornés ; boules, ouverts, voisinages ; fermés, compacts ;
Fonctions de R^2 dans R : limites, continuité, cas compact ; dérivées partielles, différentiabilité, notation différentielle, applications de classe C^1 , points critiques ; dérivées partielles du produit, de la somme, de la composée ; dérivées partielles d'ordre k , applications de classe C^k , théorème de Schwartz, extremums locaux ; fonctions convexes de R dans R , de R^2 dans R .
Fonctions de R^n dans R^d : limites, continuité ; dérivées partielles, matrice jacobienne, différentiabilité, différentielle, applications de classe C^1 .
- **Algèbre linéaire 3** (Majeure Maths M3b-M, 4 ECTS) : 39h = 19,5h CM + 19,5h TD
Éléments propres des endomorphismes et des matrices : valeurs propres, vecteurs propres, sous-espaces propres d'un endomorphisme, d'une matrice carrée ; polynôme caractéristique d'un endomorphisme, d'une matrice carrée, lien avec les valeurs propres, ordre de multiplicité d'une valeur propre ; énoncé du théorème de Cayley-Hamilton.
Diagonalisation des endomorphismes et des matrices : rappels sur somme et somme directe de sous-espaces vectoriels ; matrices diagonales, matrices diagonalisables, endomorphismes diagonalisables ; caractérisation par la somme directe des sous-espaces propres, par leurs dimensions.
- **Anglais** (CUPGE, 2 ECTS) : 18h
Développement des compétences écrites et orales à travers des documents traitant de questions d'actualité. Approfondissement vocabulaire et grammaire général et spécifique. Entraînement à des activités typiques du métier d'ingénieur (écrit et oral). Elargissement de la culture générale et scientifique en vue des épreuves orales du concours PASS'Ingénieur, en particulier. Préparation systématique à la certification TOEIC.

Cours complémentaires CUPGE :

- **Chimie : Thermochimie** (CUPGE-MP, 1.5 ECTS) : 30h = 15h CM + 15h TD
Introduction à l'aspect énergétique des réactions chimiques. Échanges d'énergie : premier principe de la thermodynamique, calorimétrie, application à la combustion des alcanes. Second principe : flèche du temps et nécessité du second principe, entropie et désordre. Application du second principe : équilibres chimiques (potentiel chimique, constante d'équilibre, déplacements de l'équilibre).
- **Projets numériques** (CUPGE, 1.5 ECTS) : 30h = 9h CM + 21h TD
Modélisation de systèmes physiques en Python sous forme de projets.

SEMESTRE 4

- **Thermodynamique** (Majeure Physique M4a-P, 5 ECTS) : 52,5h = 22,5h CM+27h TD+3hTP
Pression, température. Gaz parfaits, théorie cinétique du gaz parfait, fluides réels. Principe zéro. 1er principe, calorimétrie. 2d principe. Machines thermiques. Transitions de phases d'un corps pur.
- **Phénomènes de transport** (Majeure Physique M4a-P, 2 ECTS) : 25,5h = 9h CM + 13,5h TD + 3h TP
Diffusion de particules (loi de Fick, équation de diffusion). Transferts thermiques : conduction (loi de Fourier, équation de diffusion), transfert conducto-convectif, rayonnement d'un corps noir.
- **Introduction à la mécanique des fluides** (Majeure Physique M4a-P, 1.5 ECTS) : 19,5h = 7,5h CM + 9h TD + 3h TP
Hydrostatique (loi de Pascal et principe d'Archimède). Cinématique et dynamique des fluides parfaits (théorème de Bernoulli).
- **Ondes** (Majeure de Physique M4b-P, 3.5 ECTS) : 40,5h = 19,5h CM+21h TD
Vibrations, modes propres. Ondes stationnaires, progressives, vitesse de phase/de groupe. Équation d'onde, aspects énergétiques, intensité, puissance, impédance. Applications aux cordes et ondes acoustiques. Conditions aux limites, modes normaux, Fourier. Réflexion, transmission, adaptation d'impédance.
- **Analyse 3** (Majeure Maths M4b-M, 5.5 ECTS) : 58,5h = 19,5h CM + 39h TD
Espaces vectoriels normés de dimension finie : normes, distances, équivalence des normes ; convergence des suites, suites extraites, valeurs d'adhérence ; boules, ouverts, voisinages, intérieurs ; fermés, adhérences, compacts : Topologie de \mathbb{R} : caractérisation des compacts en tant que fermés bornés ; fonctions d'une variable réelle : continuité, continuité uniforme, cas compact, théorème de Heine ; suites de Cauchy, complétude, théorème du point fixe.
Suites de fonctions d'une variable réelle : convergences simple et uniforme, norme uniforme ; préservation de la continuité ; intégration sur un segment de la fonction somme, primitive d'une suite de fonctions ; préservation de la dérivabilité ; application aux séries de fonctions.
Équations différentielles linéaires : système différentiel linéaire, problème de Cauchy, énoncé du théorème de Cauchy linéaire ; équations homogènes, avec second membre, structures de l'ensemble des solutions ; exponentielle d'une matrice, calcul de l'exponentielle dans le cas diagonalisable ; systèmes différentiels à coefficients constants, méthode de variation de la constante dans le cas constant.
- **Intégration** (Majeure Maths M4b-M, 3.5 ECTS) : 39h = 19,5h CM + 19,5h TD
Intégration sur un segment : subdivisions, fonctions en escaliers, fonctions continues par morceaux ; intégrale de Riemann, sommes de Riemann ; lien avec les primitives, intégration par parties, changement de variables.
Intégrales généralisées : intégrales convergentes, exemples des intégrales de Riemann ; intégrales absolument convergentes, critères d'intégrabilité pour les fonctions positives ; intégrales semi-convergentes.
Intégrales à paramètres : fonctions définies par une intégrale sur un segment, théorèmes de continuité et de dérivabilité ; énoncé du théorème de convergence dominée, continuité et dérivabilité des fonctions définies par une intégrale généralisée.
Intégrales doubles et triples : intégrales doubles et triples des fonctions continues sur un domaine simple (rectangle, triangle, boule) ; théorème de Fubini, permutation des séries et des intégrales ; changement de variables dans les intégrales doubles et triples.

- **Algèbre bilinéaire** (Majeure Maths M4a-M, 3.5 ECTS) : 39h = 19,5h CM + 19,5h TD
Formes bilinéaires et formes quadratiques : formes bilinéaires, changements de bases ; dualité, rang d'une forme bilinéaire, formes bilinéaires non dégénérées ; formes bilinéaires symétriques, formes quadratiques. Formule de polarisation ; méthode de Gauss, orthogonalité, loi d'inertie de Sylvester.
Espaces euclidiens : produits scalaires, normes euclidiennes, inégalité de Cauchy-Schwarz, Orthogonalité, théorème de Pythagore, sous-espace orthogonal, projection orthogonale ; familles orthogonales, orthonormales, bases orthonormales. Orthonormalisation de Gram-Schmidt.
Endomorphismes orthogonaux et symétriques : endomorphismes adjoints, orthogonaux, symétries orthogonales, rotations ; endomorphismes symétriques, théorème spectral.
- **Anglais** (CUPGE, 2 ECTS): 18h
 Développement des compétences écrites et orales à travers des documents traitant de questions d'actualité. Approfondissement vocabulaire et grammaire général et spécifique. Entraînement à des activités typiques du métier d'ingénieur (écrit et oral). Elargissement de la culture générale et scientifique en vue des épreuves orales du concours PASS'Ingénieur en particulier. Préparation systématique à la certification TOEIC. Passage d'un TOEIC blanc complet.
- **Introduction à la physique quantique** (Mineure Physique m4a-P, 2 ECTS) : 24h = 12h CM + 12h TD
 Les impasses de la physique classique. Dualité onde-corpuscule. Premiers principes de la physique quantique (relation de de Broglie et principe d'incertitude de Heisenberg). Interprétation probabiliste (fonction d'onde et équation de Schrödinger). Étude de quelques systèmes simples à une dimension (puits, marche, effet tunnel).
- **Introduction à la relativité restreinte** (Mineure Physique m4a-P, 1.5 ECTS) : 15h = 6h CM + 9h TD
 Postulats d'Einstein. Transformations de Lorentz, diagrammes de Minkowski. Éléments de dynamique relativiste.

L3-M, L3-P ou L3-Double diplôme MP

*Les étudiants du CUPGE-MP peuvent, si leur niveau le permet, **poursuivre en L3-Double Diplôme Maths-Physique** et valider les deux diplômes, la Licence de Physique et la Licence de Mathématiques.*

UE pour les étudiants du CUPGE en L3-P et L3-M ou L3-Double diplôme MP :

- **Préparation aux concours** (UE Optionnelle proposée en S6-P et S6-M, 3 ECTS) : 39h
Révisions du programme de L1-L2 en maths et physique ; oraux d'entraînement collectifs en maths et physique sur le programme L1-L2 ; résolutions de problèmes en physique.