

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.
- **Chimie 1** (Majeure Chimie C1, 6.5 ECTS) : 54h = 21h CM + 27h TD + 6h TP
Atomistique : Emission et absorption. Fonctions d'onde. Tableau périodique. Lewis-VSEPR. Liaisons ioniques, covalentes et de faible énergie.
Chimie des solutions : Introduction aux équilibres chimiques. Acides et bases en solution aqueuse. Équilibres d'oxydo-réduction.
- **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.

- **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 forcées.
- **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.
- **Chimie 2** (Majeure Chimie C2, 6 ECTS) : 54h = 21h CM + 27h TD + 6h TP
Thermochimie : Thermodynamique chimique. Premier principe. Entropie, second principe. Entropie et 3^{ème} principe. Energie libre, enthalpie libre. Potentiel chimique. Changement d'états de la matière, cas du corps pur. Diagrammes de phase des corps purs.
Introduction à la chimie organique : Nomenclature. La liaison chimique. Structures et représentation des molécules organiques. Stéréochimie. Effets électroniques. Acides bases.
- **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.
- **Introduction au langage Python** (CUPGE-MP, 1 ECTS) : 18h = 9h CM + 9h TD
Introduction à l'informatique et au langage Python.

- **Electromagnétisme 1** (Majeure Physique M3a-P, 6.5 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.
- **Fonctions de plusieurs variables** (Majeure Maths M3b-M, 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, 3 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.
- **Modèle quantique de l'atome aux liaisons chimiques** (Majeure Chimie M3b-C, 2 ECTS) : 21h = 10.5h CM+ 10.5h TD
Postulats et bases de la mécanique quantique : aspects ondulatoire et corpusculaire de la lumière, de la matière ; principe d'incertitude de Heisenberg ; postulats et bases de la mécanique quantique ondulatoire.
Orbitales atomiques : solutions de l'équation de Schrödinger pour l'atome d'hydrogène ; spin de l'électron ; atomes hydrogénoïdes ; orbitales atomiques des atomes polyélectroniques.
Théorie des orbitales moléculaires : approximations Born-Hoppenheimer, orbitalaire, théorie LCAO ; étude des molécules de type H_2 ; molécules diatomiques homonucléaires, hétéronucléaires.
Théorie de la liaison de valence : squelette σ ; orbitales moléculaires π .
- **Chimie organique 1** (Majeure Chimie M3b-C, 3 ECTS) : 30h = 15h CM+ 15h TD
Acidité –Basicité
Les grands types de réactions - Notion de nucléophile–électrophile : réaction d'addition, d'élimination, de substitution, de réarrangement ; les différents intermédiaires réactionnels ; l'étape élémentaire ; les réactions complexes ; cinétique d'une réaction ; l'état de transition d'une réaction ; la catalyse.
Substitution Nucléophile et Elimination Nucléophile : SN_1 ou SN_2 , E_1 ou E_2 .
Les réactions d'addition électrophile.
- **Thermodynamique - Cinétique** (Majeure Chimie M3b-C, 3 ECTS) : 30h = 15h CM+ 15h TD
Potentiel chimique : différentielle des fonctions d'état U , H , F et G ; définition du potentiel chimique ; relation de Gibbs-Duhem ; variation du potentiel chimique avec la pression et la température ; expressions du potentiel chimique du gaz parfait et d'un constituant pur en phase condensée.

Equilibre de changement d'état : diagramme d'équilibre $P = f(T)$: Courbes de fusion, de vaporisation, de sublimation. Point triple. Point critique : condition d'évolution et d'équilibre ; relation de Clapeyron ; relations entre chaleurs latentes aux points triples.

Thermodynamique chimique : variation de l'enthalpie libre G au cours d'une réaction chimique ; constante d'équilibre : expression de l'enthalpie libre de réaction en fonction du produit de réaction Q , de la constante d'équilibre K_{eq} , relation de Van't Hoff ; notion de variance ; déplacement de l'équilibre chimique : principe de Le Châtelier, loi de Van't Hoff, influence de la pression et du volume, addition de constituant actif/inactif.

Equilibres binaires liquide-vapeur : système binaire idéal ; mélanges binaires réels ; lecture des diagrammes ; application à la distillation

Cinétique chimique : facteurs de la cinétique : vitesse d'une réaction : ordre global, partiel ; loi d'Arrhenius ; cinétique formelle : étude des réactions d'ordre 0, 1, 2, 3 ; méthodes expérimentales de la cinétique chimique ; méthodes physiques et chimiques ; détermination expérimentale de l'ordre d'une réaction.

- **Expériences en chimie orga&thermo/cinétique** (Majeure Chimie M3b-C, 1.5 ECTS) : 16hTP
Deux méthodes utilisées en chimie organique : la séparation liquide-liquide et la chromatographie sur couche mince et sur colonne. Étude de l'équilibre liquide/vapeur de l'eau en fonction de la température. Détermination des enthalpies et entropies standards de changement d'état. Détermination de la constante d'équilibre d'une réaction. Cinétique de décoloration du bleu de bromophénol.
- **Introduction à la chimie analytique** (Majeure Chimie M3a-C, 2 ECTS) : 24h = 13,5h CM + 10,5h TD
Introduction à la Chimie analytique : grandes familles de techniques analytiques, applications des techniques analytiques, limitations des techniques analytiques, sensibilité et détection.
Les titrages : rappels sur les titrages (colorimétrique, pH-métrie, conductivité), titrage direct et indirect, titrage inverse.
Techniques de spectroscopies et spectrométries : spectroscopie UV-vis, de fluorescence, IR.
Méthodes chromatographiques : principe général, chromatographie en phase gazeuse, chromatographie en phase liquide.
Outils statistiques : notions de statistiques descriptive et inductive, tests sur les valeurs aberrantes, tests de conformité, éléments de calcul d'incertitudes
- **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 :

- **Projets numériques** (CUPGE, 1.5 ECTS) : 30h = 9h CM + 21h TD
Modélisation de systèmes physiques en Python sous forme de projets.

- **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, 2.5 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, 2 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, 4 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.
- **Intégration** (Majeure Maths M4b-M, 3 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.
- **Chimie organique 2** (Majeure Chimie M4b-C, 2.5 ECTS) : 27h = 13,5h CM+ 13,5h TD
Alcanes : propriétés physiques et chimiques.
Alcènes : structure et propriétés physiques, préparation, hydrogénation, additions électrophiles et radicalaires, hydroboration, réactions d'oxydations, polymérisation.
Alcynes : structure, préparation, propriétés chimiques, réactions d'additions, réactions des alcynes vrais.
Hydrocarbures aromatiques : propriétés générales, substitution électrophile aromatique, réactivité de sels de diazonium, réactions sur la chaîne latérale.
Dérivés halogénés – les organométalliques : préparation, propriétés générales, réactions de substitutions nucléophiles, réactions d'éliminations, réactions avec les métaux – les composés organométalliques.
Alcools et phénols : propriétés générales, préparation, alcoolates et phénates, réactivité des alcools (substitution, déshydratation, estérification, oxydations).
Aldéhydes et cétones : propriétés générales, additions de nucléophiles oxygénés, de nucléophiles azotés, de nucléophiles carbonés, réductions, oxydations, réactivité en α du carbonyle.
Acides carboxyliques et dérivés : propriétés générales, substitution nucléophile sur le groupe carbonyle, réactions en α du carbonyle.

Dérivés azotés : amines, nitriles, amides.

- **Chimie inorganique 1** (Majeure Chimie M4b-C, 2.5 ECTS) : 30h = 15h CM + 15h TD
La nomenclature
Le tableau périodique : réactivité des éléments dans le tableau périodique, groupes principaux
Chimie des métaux du bloc d : formation des complexes de coordination ; nomenclature des complexes de coordination ; coordinences et géométries ; isomérisation des complexes des métaux du bloc d ; théorie du champ cristallin ; la couleur des composés d'éléments de transition ; propriétés magnétiques des complexes ; déformation de Jahn-Teller.
- **Introduction à la spectrochimie** (Majeure Chimie M4b-C, 1 ECTS) : 16.5h = 6h CM + 10,5h TD
 L'analyse élémentaire ; la spectrométrie de masse ; la spectroscopie infrarouge (IR) ; la spectroscopie ultraviolet-visible (UV-VIS) ; la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN) : propriétés magnétiques du noyau, action d'un champ magnétique uniforme B₀, le phénomène de résonance, instrumentation et manipulation de l'échantillon, le déplacement chimique en RMN 1H (effets inductifs, anisotropie diamagnétique), le couplage spin – spin, autres expériences de RMN.
- **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.

Au choix :

Si vers L3-P :

- **Introduction à la physique quantique** (Mineure Physique, 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, 1.5 ECTS) : 15h = 6h CM+9h TD
 Postulats d'Einstein. Transformations de Lorentz, diagrammes de Minkowski. Éléments de dynamique relativiste.

Si vers L3-C/PC :

- **Chimie expérimentale : organique et inorganique** (Majeure Chimie M4b-C, 1.5 ECTS) : 24h TP
 Diverses synthèses seront effectuées en utilisant les techniques expérimentales. Couplage peptidique, formation d'un acétal par distillation azeotropique, Synthèse de la dibenzalacétone etc... Synthèse de chlorure d'hexaammine cobalt III et de chlorure de chloropentaammine cobalt III. Synthèse de chlorure de trans et cis dichloro (éthylènediamine) cobalt III.
- **Chimie générale** (Majeure Chimie M4a-C, 2.5 ECTS) : 21h : 10,5h CM + 10,5h TD
 Equilibres de complexation. Equilibres de précipitation. Diagrammes potentiel-pH. Equilibres binaires.

Cours complémentaire CUPGE :

- **Chimie : Structure et organisation de la matière condensée** (CUPGE-PC, 0.5 ECTS) : 18h = 9h CM + 9h TD
 Architecture des réseaux : solides amorphes/cristallisés, notions de cristallographie (symétries, description des systèmes cristallins), classification chimique (métallique, covalents, ioniques, moléculaires). Structures cristallines : corps simples, corps ioniques.

L3-C ou L3-P ou L3-PC

UE pour les étudiants du CUPGE en L3-P :

- **Préparation aux concours** (UE Optionnelle proposée en S6-P, 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.

Les étudiants du CUPGE en L3-C ou L3-PC peuvent aussi venir à cette UE s'ils le souhaitent.