

## SECTION MATHS PHYSIQUE

DISCIPLINE	MATIERE	1ere ANNEE			2ème ANNEE		
		Cours	TD	TP	Cours	TD	TP
Maths	Maths	8	4		8	4	
Physique	Physique	4	2	1	4	2	1
Chimie	Chimie	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5
Informatique	Informatique	1		1			1
Anglais	Anglais	2			2		
Français	Français	2			2		
STI	Méca. Générale	0,6	0,6	0,1	0,4	0,4	0,2
	Automatique				0,6	0,6	0,3
	Technologie de conception	0,4	0,4	0,4			

TD = Travaux Dirigés ; TP = Travaux Pratiques

## SECTION MATHS PHYSIQUE

### PROGRAMME DETAILLE DE MATHÉMATIQUES - 1ère Année

#### ALGÈBRE ET GÉOMÉTRIE

Le programme d'algèbre et géométrie est organisé autour des concepts fondamentaux d'espace vectoriel et d'application linéaire, et de leurs interventions en algèbre et en géométrie. La maîtrise de l'algèbre linéaire élémentaire en dimension finie constitue un objectif essentiel.

Le cadre d'étude est bien délimité : brève mise en place des concepts d'espace vectoriel, d'application linéaire, de sous-espaces vectoriels supplémentaires, d'algèbre et de produit scalaire, sous leur forme générale, en vue notamment des interventions en analyse ; en dimension finie, étude des concepts de base, de dimension et de rang, mise en place du calcul matriciel, étude des espaces vectoriels euclidiens ; interventions de l'algèbre linéaire en géométrie affine et en géométrie euclidienne.

La maîtrise de l'articulation entre le point de vue géométrique (vecteurs et points) et le point de vue matriciel constitue un objectif majeur. Le programme combine, de façon

indissociable, la mise en place des concepts de l'algèbre linéaire avec l'étude des problèmes linéaires (indépendance linéaire, équations linéaires, approximation des fonctions, propriétés affines et métriques des configurations, études des automorphismes orthogonaux et des isométries ... ).

Le programme introduit aussi quelques notions sur les groupes, les anneaux et les corps mais l'étude porte uniquement sur des exemples ; toute étude générale de ces structures est hors programme.

Le programme d'algèbre et géométrie comporte la construction, l'analyse et l'emploi d'algorithmes numériques (division euclidienne et recherche de PGCD dans  $\mathbb{Z}$ , opérations élémentaires sur les matrices en algèbre linéaire ... ) et de calcul formel (polynômes et fractions rationnelles ... ) ; plus largement, le point de vue algorithmique est à prendre en compte pour l'ensemble de ce programme.

## ***NOMBRES ET STRUCTURES ALGEBRIQUES USUELLES***

### **1. Ensembles, applications**

L'objectif est d'acquérir le vocabulaire usuel sur les ensembles, les applications et les relations. Toute étude systématique, a fortiori toute axiomatique, de la théorie des ensembles est exclue.

Le programme se limite strictement aux notions de base figurant ci-dessous. Ces notions doivent être acquises progressivement par les étudiants au cours de l'année, au fur et à mesure des exemples rencontrés dans les différents chapitres d'algèbre, d'analyse et de géométrie. Elles ne doivent pas faire l'objet d'une étude exhaustive bloquée en début d'année.

- a) Ensembles, opérations sur les parties*
- b) Applications, lois de composition*
- c) Relations d'équivalence, relations d'ordre*

### **2. Nombres entiers naturels, ensembles finis, dénombrement**

En ce qui concerne les nombres entiers naturels et les ensembles finis, l'objectif principal est d'acquérir la maîtrise du raisonnement par récurrence. Les propriétés de l'addition, de la multiplication et de la relation d'ordre dans  $\mathbb{N}$  sont supposées connues ; toute construction et toute axiomatique de  $\mathbb{N}$  sont hors programme.

L'équipotence des ensembles infinis et la notion d'ensemble dénombrable sont hors programme.

En ce qui concerne la combinatoire, le programme se limite strictement aux exemples fondamentaux indiqués ci-dessous.

L'objectif est d'apprendre à organiser les ensembles étudiés, ce qui permet en outre de les dénombrer. A cet effet, on exploitera les représentations graphiques par des arbres, et l'on mettra en valeur les méthodes suivantes : mise en bijection avec un ensemble déjà connu ; emploi d'une partition et du principe de bergers.

- d) Nombres entiers naturels*
- e) Ensembles finis*
- f) Somme et produits*
- g) Opérations sur les ensembles finis, dénombrements*

### **3. Structures algébriques usuelles**

L'objectif est d'acquérir le vocabulaire élémentaire sur les structures algébriques usuelles suivantes : groupes, anneaux et corps, espaces vectoriels, algèbre. Toute étude des structures algébriques générales est hors programme.

Le programme se limite strictement aux notions de base indiquées ci-dessous. Ces notions doivent être acquises progressivement par les étudiants au cours de l'année, au fur et à mesure des exemples rencontrés dans les différents chapitres d'algèbre, d'analyse et de géométrie. Elles ne doivent pas faire l'objet d'une étude exhaustive bloquée en début d'année.

Vu l'importance capitale de l'algèbre linéaire, le programme comporte l'étude des concepts d'espace vectoriel, d'application linéaire et algèbre ; cette étude fait l'objet d'un approfondissement dans le cadre des espaces vectoriels de dimension finie (cf. parties II et III).

En revanche, l'étude des groupes, des anneaux et des corps porte uniquement sur des exemples :

- La notion de groupe est étudiée, en première période, dans le cadre des ensembles de nombres et en seconde période, dans le cadre de l'algèbre linéaire et de la géométrie (cf. parties II et III).
- La divisibilité dans un anneau est étudiée dans le cadre de l'anneau  $Z$  et de l'anneau  $K$  des polynômes.

Toute étude générale des groupes, anneaux et corps est hors programme et, en particulier, les notions d'opération d'un groupe sur un ensemble, de conjugaison, de sous-groupe distingué, de morphisme d'anneau, d'idéal, ainsi que les constructions de  $Z$  et de  $Q$ .

Pour la pratique en algèbre linéaire, le programme se limite au cas où le corps de base est  $Q$ ,  $R$  ou  $C$ .

- a) Groupes*
- b) Sous-groupe engendré par un élément*
- c) Groupe  $Z / nZ$*
- d) Groupes symétriques*
- e) Anneaux et corps*
- f) Espaces vectoriels*
- g) Algèbres*

### **4. Arithmétique élémentaire**

L'objectif est d'étudier, par des méthodes élémentaires, les propriétés de base de la divisibilité des nombres entiers, et de les exploiter pour la résolution de quelques problèmes simples d'arithmétique.

L'étude des congruences et la définition de l'anneau  $\mathbb{Z} / n\mathbb{Z}$  sont hors programme.

*a) Numération*

*b) Divisibilité dans l'anneau  $\mathbb{Z}$*

## **5. Polynômes et fractions rationnelles**

L'objectif est d'étudier, par des méthodes élémentaires, les propriétés de base des polynômes et des fractions rationnelles, et d'exploiter ces objets formels pour la résolution de problèmes portant sur les équations algébriques et les fonctions numériques.

Dans les paragraphes b), c) et e), on suppose que le corps de base  $K$  est un sous-corps de  $\mathbb{C}$ .

Pour la pratique le programme se limite au cas où le corps de base est  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$ , ou  $\mathbb{C}$ .

*a) Algèbre  $K[X]$  et corps  $K(X)$*

*b) Fonctions polynomiales et rationnelles*

*c) polynômes scindés*

*d) Divisibilité dans l'anneau  $K$*

*e) Etude locale d'une fraction rationnelle*

## **6. Travaux pratiques**

- Exemples d'étude de problèmes de sommation.
- Exemples d'étude de problèmes de dénombrement.
- Exemples de recherche de polynômes satisfaisant à des Conditions données (interpolation, équations aux différences finies, équations différentielles...).
- Exemples d'étude de problèmes de divisibilité dans  $K$  (recherche de diviseurs, recherche de PGCD, obtention de décompositions en produit de facteurs irréductibles...).
- Exemple d'étude d'équations algébriques à coefficients réels ou complexes.
- Pratique de la décomposition en éléments simples dans  $K$  d'une fraction rationnelle.
- Exemples d'étude de problèmes de divisibilité dans  $\mathbb{Z}$  (recherche de diviseurs, recherche de PGCD, obtention de décompositions en produit de facteurs premiers...).

## **ALGÈBRE ET GÉOMÉTRIE AFFINE**

L'objectif est double :

Acquérir les notions de base sur les espaces vectoriels de dimension finie (indépendance linéaire, bases, dimension, sous-espace vectoriels supplémentaire et projecteurs, rang), le calcul matriciel et la géométrie affine réelle (sous-espace affine, barycentres, applications et transformation affines).

- Maîtriser les relations entre le point de vue géométrique (vecteurs et applications linéaires, points et applications affines) et le point de vue matriciel.

Il convient d'étudier conjointement l'algèbre linéaire et la géométrie affine et, dans les deux cas, d'illustrer les notions et les résultats par de nombreuses figures.

Dans toute cette partie, les espaces vectoriels considérés sont de dimension finie et, pour la pratique, le programme se limite au cas où le corps de base est  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ .

### **1. Espaces vectoriels de dimension finie**

L'étude des espaces vectoriels et des applications linéaires est à mener de front avec celle du calcul matriciel.

- a) Familles libres, familles génératrices, bases*
- b) Dimension d'un espace vectoriel*
- c) Dimension d'un sous- espace vectoriel*
- d) Rang d'une application linéaire*

## **2. Calcul matriciel**

Le calcul matriciel présente deux aspects qu'il convient de mettre en valeur :

- Calcul sur des tableaux de nombres, interprétés en termes d'applications linéaires de  $K^p$  dans  $K^n$  munis de leurs bases canoniques.
  - Expression dans des bases d'une application linéaire d'un espace vectoriel dans un autre.
- Un des objectifs importants est d'interpréter matriciellement un changement de base dans un espace vectoriel, puis d'étudier l'effet d'un changement de base(s) sur la matrice associée à un endomorphisme (à une application linéaire). En revanche, les notions de matrices semblables et de matrices équivalentes sont hors programme.

- a) Opérations sur les matrices*
- b) Matrices et applications linéaires*
- c) Opérations élémentaires sur les matrices*
- d) Rang d'une matrice*
- e) Systèmes d'équations linéaires*

## **3. Géométrie affine réelle**

L'objectif est double :

- Familiariser les élèves avec le langage affine ;
- Exploiter les outils de l'algèbre linéaire pour approfondir l'étude des propriétés affines du plan et de l'espace, déjà abordée dans les classes antérieures.

En revanche, l'étude des espaces affines généraux est hors programme ; le programme se place dans le cadre de sous-espaces affines des espaces vectoriels et des applications affines d'un espace vectoriel dans un autre afin de relier ce point de vue à celui adopté dans les classes antérieures, il convient de donner brièvement la définition d'un espace affine  $V$  de direction un espace vectoriel  $E$ , et de signaler que le choix d'une origine permet d'identifier espace affine et espace vectoriel. Dans tout le programme, on effectue cette identification.

Dans ce chapitre, le corps de base est  $\mathbb{R}$  et les espaces vectoriels considérés sont de dimension finie.

Pour les travaux pratiques et les sujets d'évaluation, on se limitera aux applications directes du cours dans le cadre du plan et de l'espace de dimension 3.

- a) Translation, sous- espace affines**
- b) Applications affines, transformations affines**
- c) Repérés cartésiens**
- d) Barycentres**

## **4. Déterminants**

- a) Applications multilinéaires*

- b) Déterminant de  $n$  vecteurs*
- c) Déterminant d'un endomorphisme*
- d) Déterminant d'une matrice carré*

## **5. Travaux pratiques**

- Exemples d'étude de l'indépendance linéaire d'une famille finie de vecteurs.
- Exemples de construction de bases et de sous-espaces vectoriels supplémentaires, et d'emploi de bases, de supplémentaires et de changements de bases, notamment pour l'étude des équations linéaires.
- Exemples d'étude de systèmes d'équation linéaires (résolution des systèmes de Cramer, détermination du rang, recherche d'une base de l'espace vectoriel des solutions d'un système linéaire homogène, existence et calcul d'une solution particulière lorsque  $r = n$  ou  $r = p$ )
- Emploi des opérations élémentaires sur les lignes et les colonnes d'une matrice à coefficients numériques pour la résolution des systèmes de Cramer par l'algorithme du pivot partiel, le calcul de déterminants, l'inversion des matrices carrées, la détermination du rang d'une matrice.
- Exemple de calcul et d'emploi de déterminants.

## **ESPACES VECTORIELS EUCLIDIENS ET GEOMETRIE EUCLIDIENNE**

L'objectif est double :

- Acquérir les notions de base sur le produit scalaire, sur les espaces vectoriels euclidiens (bases orthonormales, supplémentaires orthogonaux, projecteurs orthogonaux, automorphismes orthogonaux, matrices orthogonales) et sur la géométrie euclidienne du plan et de l'espace (distances, angles, isométries, déplacements, similitudes directes).
- Maîtriser les relations entre le point de vue géométrique (vecteurs et automorphismes orthogonaux, points et isométries) et le point de vue matriciel.

Il convient d'étudier conjointement les espaces vectoriels euclidiens et la géométrie affine euclidienne et, dans les deux cas, d'illustrer les notions et les résultats par de nombreuses figures.

La mesure de l'angle orienté de deux vecteurs unitaires de  $\mathbb{R}^2$  est définie à  $2\pi$  près, par l'application de  $R$  sur  $U$ . Toute définition géométrique des angles est hors programme.

Dans la pratique, on se limitera aux espaces de dimension inférieure ou égale à 3.

Dans toute cette partie, le corps de base est  $\mathbb{R}$ .

### **1. Produit scalaire, espaces vectoriels euclidiens**

- a) Produit scalaire*
- b) Espaces euclidiens*
- c) Automorphismes orthogonaux*
- d) Automorphismes orthogonaux du plan*
- d) Automorphismes orthogonaux du plan*

### **2. Géométrie euclidienne du plan et de l'espace**

Pour les travaux pratiques et les sujets d'évaluation, on se limitera aux applications directes du cours.

- a) Distances, angles*

- b) Isométries et similitudes*
- c) Cercles et Sphères*
- d) Coniques*
- e) Nombres complexes et géométrie plane*

### **3. Travaux pratiques**

- Exemples de construction de bases orthogonales et de supplémentaires orthogonaux, et d'emploi de bases orthonormales, de supplémentaires orthogonaux et de changements de bases orthonormales.
- Exemples d'emploi du produit scalaire, de produit vectoriel et du plan mixte pour l'étude de configurations du plan et de l'espace (calcul de projections orthogonales, de distances, de mesures d'angles, d'aires, de volumes...)
- Exemples de recherche de lignes de niveau, définies notamment par des conditions portant sur des distances et des mesures d'angles.
- Exemples de recherche des isométries laissant invariante une configuration du plan, de recherche des déplacements et des réflexions laissant invariante une configuration de l'espace.
- Exemples de recherche et d'emploi de déplacements et de similitudes directes pour l'étude de configurations plane.

## ***ANALYSE ET GEOMETRIE DIFFERENTIELLE***

Le programme d'analyse est organisé autour des concepts fondamentaux de suite et de fonction. La maîtrise du calcul différentiel et intégral à une variable et de ses interventions en géométrie différentielle constitue un objectif essentiel.

Le cadre d'étude est bien délimité : suites de nombres réels et de nombres complexes, fonctions définies sur un intervalle de  $\mathbb{R}$  à valeurs réelles ou complexes, courbes planes, notions élémentaires sur les fonctions de deux variables réelles.

Le programme combine l'étude globale des suites et des fonctions (opérations, majorations, caractère lipschitzien, monotonie, convexité, existence d'extremums ...) et l'étude de leur comportement local ou asymptotique. En particulier, il convient de mettre en valeur le caractère local des notions de limite, de continuité, de dérivabilité, et de tangente.

Il combine aussi l'étude des problèmes qualitatifs (monotonie d'une suite ou d'une fonction, existence de limites, continuité, existence de zéros et d'extremums, existence de tangentes ...) avec celle des problèmes quantitatifs (majoration, évaluation asymptotique de suites et de fonctions, approximation de zéros et d'extremums de fonctions, propriétés métriques des courbes planes ...)

En analyse, les majorations et les encadrements jouent un rôle essentiel. Tout au long de l'année, il convient donc de dégager les méthodes usuelles d'obtentions de majorations et de minorations : opérations sur les intégrales, emploi de la valeur absolue ou du module, emploi du calcul différentiel et intégral (recherche d'extremum, inégalités des accroissements finis et de la moyenne, majorations tayloriennes...).

Pour comparer des nombres, des suites ou des fonctions, on utilise systématiquement des inégalités larges (qui sont compatibles avec le passage à la limite), en réservant les inégalités strictes aux cas où elles sont indispensables.

En ce qui concerne l'usage des quantificateurs, il convient d'entraîner les étudiants à savoir les employer pour formuler de façon précise certains énoncés et leurs négations. (caractère borné, croissance, monotonie, existence d'une limite, continuité en un point, continuité sur un intervalle, continuité uniforme, dérivabilité en un point...). En revanche, il convient d'éviter tout recours systématique aux quantificateurs. A fortiori leur emploi abusif (notamment sous forme d'abréviations dans un texte) est exclu.

Le programme d'analyse et géométrie différentielle comporte la construction, l'analyse et l'emploi d'algorithmes numériques (approximations de solutions d'équations numériques, approximation d'une intégrales...) et d'algorithmes de calcul formel (dérivation, primitivations...); plus largement, le point de vue algorithmique est à prendre en compte pour l'ensemble de ce programme, notamment pour le tracé des courbes.

## ***NOMBRES REELS ET COMPLEXES, SUITES ET FONCTIONS***

Pour l'existence et la recherche de limite de suites ou de fonctions, il convient d'utiliser les résultats établis dans le cours, de préférence au recours direct à la définition.

### **4. Nombres réels et complexes**

Il est souvent commode d'identifier la droite euclidienne munie d'une base orthonormale au  $\mathbb{R}$ -espace vectoriel  $\mathbb{R}$ , ce qui permet d'exploiter le langage de la géométrie pour étudier les nombres réels.

*f) Corps  $\mathbb{R}$  des nombres réels*

*g) Topologie de  $\mathbb{R}$*

*h) Groupe  $\mathbb{R}^{*+}$*

*i) Corps des nombres complexes*

### **5. Suites de nombres réels ou complexes**

L'objectif est double :

- Etude du comportement global et asymptotique d'une suite donnée, en relation avec la description des phénomènes discrets.
- Description et mise en œuvre d'algorithmes d'approximation d'un nombre réel à l'aide de suites et comparaison de leurs performances en relation avec l'étude des fonctions et les problèmes de mesures de grandeurs géométriques et physiques.

En ce qui concerne le comportement global et asymptotique d'une suite, il convient de combiner l'étude des problèmes qualitatifs (monotonie, convergence, divergence...) avec celle des problèmes quantitatifs (majorations, encadrement, vitesse de convergence ou de divergence par comparaison aux suites de référence usuelles...)

Il convient de mettre en valeur, tant au niveau du cours que des problèmes, le fait que pour étudier la convergence d'une suite vers un nombre  $a$ , il est utile de ramener l'étude à la convergence de vers 0.

Pour la notion de limite d'une suite de nombres réels ou complexes, on adopte les définitions suivantes :

- Etant donnée un nombre  $a$ , on dit que  $a_n$  admet  $a$  pour limite si, pour tout nombre réel  $\epsilon$ , il existe un entier  $N$  tel que, pour tout entier  $n$ , la relation  $n > N$  implique la relation  $|a_n - a| < \epsilon$ ; le nombre  $a$  est

alors unique et on le note  $l$ . Lorsqu'un tel nombre a existe on dit que la suite est convergente. Dans le cas contraire on dit qu'elle est divergente.

- Si la suite est réelle, on définit de manière analogue la notion de limite lorsque  $x \rightarrow +\infty$  ou  $x \rightarrow -\infty$ , on dit alors que diverge vers  $+\infty$  ou vers  $-\infty$ .

***j) Suites de nombres réels ou complexes***

***k) Limite d'une suite***

***l) Cas des suites réelles***

***m) Théorème d'existence de limite***

***n) Relations de comparaison***

## **6. Fonctions d'une variable réelle à valeurs réelles ou complexes**

L'objectif est double :

- Etudier le comportement global et local d'une fonction donnée, en relation avec la description de l'évolution des phénomènes continus.
- Emploi de fonctions pour l'étude des problèmes numériques (majorations d'expressions, problèmes d'optimisation, solutions d'équations numériques, d'équations différentielles, mesures de grandeurs géométriques ou physiques...)

En ce qui concerne le comportement global et local (ou asymptotique) d'une fonction, il convient de combiner l'étude des problèmes qualitatifs (monotonie, existence de zéros, existence d'extremums, existence de limites, continuité, dérivabilité...) avec celle des problèmes quantitatifs (majorations, encadrement, caractère lipschitzien, comparaison aux fonctions de référence au voisinage d'un point...).

Il convient de mettre en valeur, tant au niveau du cours que des problèmes, le fait que pour établir qu'un nombre  $b$  est limite d'une fonction  $f$ , il est utile de se ramener au cas  $b = 0$ .

Dans ce chapitre, on considère des fonctions définies sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  contenant au moins deux points et à valeurs réelles ou complexes.

Pour la notion de limite d'une fonction  $f$  en un point  $a$  (adhérent à  $I$ ), on adopte les définitions suivantes :

- Etant donnée deux nombres  $a$  et  $b$ , on dit que  $f$  admet  $b$  pour limite en  $a$  si, pour tout nombre réel  $\epsilon > 0$ , il existe un nombre réel  $\delta > 0$  tel que, pour tout élément  $x$  de  $I$ , la relation  $|x - a| < \delta$  implique la relation  $|f(x) - b| < \epsilon$ ; le nombre  $b$  est alors unique et on le note  $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ . Lorsqu'un tel nombre  $b$  existe, on dit que la fonction  $f$  admet une limite dans  $K$  ( $= \mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ ) en  $a$ .
- On définit de manière analogue la notion de limite lorsque  $x \rightarrow +\infty$  ou  $x \rightarrow -\infty$ .
- Si la fonction  $f$  est réelle, on définit de manière analogue la notion de limite lorsque  $x \rightarrow +\infty$  ou  $x \rightarrow -\infty$ .

Dans un souci d'unification, on dit qu'une propriété portant sur une fonction définie sur  $I$  est vraie au voisinage d'un point  $a$  si elle est vraie sur l'intersection de  $I$  avec un intervalle ouvert de centre  $a$  lorsque  $a$  est réel, avec un intervalle  $]c, +\infty[$  lorsque  $a = +\infty$ , avec un intervalle  $]-\infty, c[$  lorsque  $a = -\infty$ .

Tout autre vocabulaire topologique est hors programme.

***a) Fonctions d'une variable réelle à valeurs réelles ou complexes***

***o) Etude locale d'une fonction***

***p) Cas des fonctions réelles***

*q) Relations de comparaison*

*r) Fonctions continues sur un intervalle*

## **7. Travaux pratiques**

- Exemples d'obtention de majoration et de minoration d'expressions réelles ou du module d'expressions complexes;
- Exemples d'emploi pour l'étude des suites et des fonctions.
- Exemples d'études du comportement global et asymptotique de suites de nombres réels, de nombres complexes.
- Exemples d'étude de suites de nombres réels définies par une relation de récurrence du type et d'emploi d'une telle suite pour l'approximation d'un point fixe  $a$  de  $f$ .
- Exemples d'étude du comportement local et asymptotique de fonction d'une variable réelle.
- Exemples d'étude du comportement global d'une fonction d'une variable réelle à valeurs réelles : variations, zéros, signe.

## **FONCTIONS D'UNE VARIABLE REELLE : DERIVATION ET INTEGRATION**

Le programme est organisé autour de trois axes :

- Dérivation en un point et sur un intervalle ; notions sur la convexité.
  - Intégration sur un segment des fonctions continue par morceaux à partir de l'intégration des fonctions en escalier.
  - Théorème fondamental reliant l'intégration et la dérivation : exploitation de ce théorème pour le calcul différentiel et intégral et notamment pour les formules de Taylor.
- Aussi bien pour l'étude locale que pour l'étude globale des fonctions, le programme combine de manière indissociable les outils de calcul différentiel et du calcul intégral.

L'étude générale de la dérivation et de l'intégration doit être illustrée par de nombreux exemples portant sur les fonctions usuelles (qui, pour des commodités de rédaction ne figurent qu'au chapitre 5) et celles qui s'en déduisent.

Les fonctions considérées dans cette partie sont définies sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  contenant au moins deux points et à valeurs réelles ou complexes.

### **1. Dérivation des fonctions à valeurs réelles ou complexes**

*Dérivée en un point, fonctions dérivée*

- Etude globale des fonctions dérivables réelles
- Développements limités

*Fonctions convexes*

### **8. Intégration sur un segment**

Le programme se limite à l'intégration des fonctions continue par morceaux sur un segment. La notion de fonction réglée est hors programme.

*Fonction continues par morceaux*

- Intégrale d'une fonction continue par morceaux
- Intégrale d'une fonction complexe

## **9. Intégration et dérivation**

### *Primitives et intégrale d'une fonction continue*

- Formules de Taylor
- Approximation d'une intégrale par la méthode des trapèzes

## **10. Equations différentielles**

L'objectif, très modeste, est d'étudier les équations différentielles linéaires du premier ordre et les équations linéaires second ordre à coefficients constants.

Il convient de relier cette étude à l'enseignement des autres disciplines scientifiques (systèmes mécaniques ou électriques gouvernés par une loi d'évolution et une condition initiale, traitement du signal). Il convient d'étudier le comportement du signal de sortie associé à différents types de signaux d'entrée (échelon unité, créneau, exponentielle réelle ou circulaire) et de dégager la signification de certains paramètres ou comportements : stabilité, régime permanent, oscillation, amortissement, fréquences propres, résonance. Dans le cadre de tels problèmes, on peut être amené à étendre la notion de solution (fonction ou par morceaux) mais, en mathématique, aucune connaissance sur ce point n'est exigible des étudiants.

### *Solutions d'une équation différentielle*

- Equations linéaires d'ordre 1
- Equations linéaires du second ordre à coefficients constants

## **11. Fonctions usuelles**

Les fonctions étudiées dans ce chapitre sont à utiliser comme exemples pour illustrer les notions des chapitres précédents.

### *Fonctions exponentielles, logarithmes, puissances*

- Fonctions circulaires
- Fonctions exponentielles complexe
- Primitives des fonctions usuelles
- Développement limité des fonctions usuelles
- Caractérisation des fonctions usuelles

## **12. Travaux pratiques**

- Exemple d'emploi du calcul différentiel et intégral pour l'étude globale des fonctions : variation, recherche de zéros et du signe d'une fonction, obtention de majorations et minorations de suites et de fonctions, recherche d'extremums, inégalités de convexité.
- Exemples d'algorithmes d'approximation d'une solution d'une équation numérique et de comparaison de leurs performances.
- Exemples de calculs de primitives et d'intégrales.
- Exemples d'algorithmes de calcul approché d'intégrales et de comparaison de leurs performances.
- Exemples d'étude d'équations différentielles : équations linéaires du premier ordre,

équations linéaires du second ordre à coefficients constants, équations à variables séparables.

## **NOTION SUR LES FONCTIONS DE DEUX VARIABLES REELLES**

Elle constitue une première prise de contact avec les fonctions de plusieurs variables ; toute technicité est à éviter aussi bien pour la présentation du cours qu'au niveau des exercices et problèmes.

L'objectif, très modeste, est double :

- Etudier quelques notions de base sur les fonctions de deux variables réelles (continuité, dérivation et intégration).
- Exploiter les résultats obtenus pour l'étude de problème, issus notamment des autres disciplines scientifiques.

En vue de l'enseignement de ces disciplines, il convient d'étendre brièvement ces notions aux fonctions de trois variables réelles. Mais, en mathématiques, les seules connaissances exigibles des étudiants ne portent que sur les fonctions de deux variables.

Les suites d'éléments de  $\mathbb{R}^2$  et les fonctions d'une variable réelle à valeurs dans  $\mathbb{R}^2$  ont déjà été étudiées en se ramenant aux suites et fonctions à valeurs réelles par passage aux coordonnées (cf. chapitres I. et II.).

Il convient de mettre en valeur le fait que la plupart des problèmes concernant les fonctions de deux variables réelles peuvent se ramener aux problèmes correspondant aux fonctions d'une variable en paramétrant le segment, ce qui permet d'écrire où, pour tout, .

### **1. Espace $\mathbb{R}^2$ , fonctions continues**

Les fonctions considérées dans ce chapitre sont définies sur une partie  $A$  de  $\mathbb{R}^2$ . Pour la pratique, on se limite aux cas où  $A$  est définie par des conditions simples.

Pour définir la notion de limite, on procède comme pour les fonctions d'une variable réelle.

### ***Espace $\mathbb{R}^2$***

- Fonctions continue de deux variables

### **13. Fonctions de deux variables à valeurs réelles : calcul différentiel**

Les fonctions considérées dans ce chapitre sont définies sur un ouvert  $U$  de  $\mathbb{R}^2$  et à valeurs réelles.

L'objectif essentiel est d'introduire quelques notions de base : dérivée selon un vecteur, dérivées partielles, développement limité à l'ordre 1, gradient et de les appliquer aux extremums locaux et aux coordonnées polaires ; en revanche, les notions de fonction différentiable en un point et de différentielle sont hors programme.

En vue de l'enseignement des autres disciplines scientifiques, il convient d'étendre brièvement ces notions au cas où  $f$  est définie sur un ouvert de  $\mathbb{R}^3$  et de définir les coordonnées cylindriques et sphériques mais, en mathématique, aucune connaissance sur ces points n'est exigible des étudiants.

### ***Dérivées partielles premières***

- Dérivées partielles d'ordre

- Coordonnées polaires

#### **14. Fonctions de deux variables réelles : calcul intégral**

L'objectif est double :

- Effectuer une étude élémentaire de quelques notions de base sur les intégrales doubles sur un rectangle ; sur ce point aucune démonstration n'est pas exigible des étudiants. Présenter une brève extension de ces notions pour des domaines d'intégration plus généraux ; sur ce point, aucune difficulté théorique ne doit être soulevée.
- Exploiter les résultats obtenus pour le calcul d'intégrale double et de grandeurs physiques (aires, volumes, moments, centres d'inertie) ; sur ces points aucune difficulté théorique ne doit être soulevée, et notamment sur la régularité des domaines d'intégration.

En vue de l'enseignement des autres disciplines scientifiques, il convient d'effectuer une brève extension du calcul intégral aux intégrales triples mais, en mathématiques, aucune connaissance sur ce point n'est pas exigible des étudiants.

#### **15. Travaux pratiques**

- Exemples de calcul et d'emploi de dérivées partielles.
- Exemples de recherche d'extremums.
- Exemples de calculs d'intégrales doubles : exemples d'applications des intégrales simples et doubles au calcul d'aires planes, de volumes, de masses, de centres et de moments d'inertie.

## ***GEOMETRIE DIFFERENTIELLE***

Les fonctions considérées dans ce chapitre sont de classe sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  (où  $\gamma$ ) et sont à valeurs dans le plan euclidien  $\mathbb{R}^2$ . En outre, pour la présentation des notions du cours, on suppose que les arcs paramétrés ainsi définis sont réguliers à l'ordre 1, c'est à dire que tous leurs points sont réguliers.

### **1. Courbes du plan**

L'objectif est double :

- Etudier différents modes de définition des courbes planes (représentation cartésienne, paramétrique, polaire, équation implicite).
- Etudier quelques propriétés métriques fondamentales des courbes planes (abscisse curviligne, repère de Frenet, courbure).

Il convient de relier l'étude des courbes définies par une équation implicite à l'enseignement des autres disciplines scientifiques (lignes équipotentielles et lignes de champ).

Pour les courbes paramétrées, la démarche du programme est de partir du point de vue cinématique (donnée d'un paramétrage) et d'introduire ensuite la notion de propriété géométrique en étudiant l'effet d'un changement de paramétrage.

#### ***Courbes paramétrées***

- Etude locale d'un arc orienté de classe
- Modes de définition d'une courbe plane
- Propriétés métriques des courbes planes paramétrées

## 16. Travaux pratiques

- Exemples d'emploi de représentations cartésiennes, paramétriques (en particulier polaire) et implicites pour la recherche de lieux géométriques, l'étude locale et globale des courbes planes. Exemples de tracés de courbes planes.
- Exemples d'étude de propriétés métriques des courbes planes (longueur d'un arc, repère de Frenet, courbure...).

# PHYSIQUE - PROGRAMMES DETAILLES - 1ère Année

## *MECANIQUE NEWTONIENNE DU POINT MATERIEL*

Tout développement relativiste ou quantique est exclu du programme.  
Les formalismes lagrangien et hamiltonien sont hors programme.

### 1) Cinématique du point matériel

Espace et temps vitesses et accélérations dans les différents systèmes de coordonnées  
Repère de Frenet-serret  
Exemples de mouvements : rectiligne, circulaire.  
Changement de référentiel . Lois de composition des vitesses et des accélérations.

### 2) Dynamique du point matériel :

Référentiel galiléen. Lois de Newton de la dynamique : "principe " d'inertie, relation fondamentale " " principe dit de l'action et dit de la réaction" ou " des interactions réciproques"

Relativité galiléenne

Application: Force de Lorentz . Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme, mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme et permanent .

### 3) Dynamique du point matériel dans un référentiel non galiléen .

Forces d'inertie .

Application au référentiel terrestre: effet centrifuge et notion de poids apparente. Effet de coriolis et déviation vers l'Est.

### 4) Les lois de conservation

#### 4-1)Energie.

Lois de conservations de l'énergie

Puissance et travail d'une force, énergie cinétique , Forces conservatives et énergie potentielle , énergie mécanique. Théorème et de l'énergie cinétique et de énergie mécanique  
**Application** : Oscillateurs linéaires: Oscillateur harmonique amorti, temps de relaxation, facteur de qualité .

Oscillation libres, oscillations forcées , résonance.

Oscillateurs non-linéaires : exemples de non-linéarités.

Rôle des non linéarités pour l'oscillateur auto-entretenu.

**Application :** Etude d'un exemple simple d'oscillateur non linéaire dans le plan de phase

#### **4-2) Quantité de mouvement.**

Loi de conservation de la quantité de mouvement

**Application :** Chocs de deux particules

#### **4-3) Moment cinétique**

Lois de conservation du moment cinétique

Théorème du moment cinétique. Loi de conservation

**Application :** Mouvement à force centrale.

#### **5) Système de deux particules .**

Cas où le système est isolé. Notion de particule fictive.

Energie potentielle d'interaction. Potentiel efficace états liés et états de diffusion

**Application :** Mouvement dans un champs newtonien.

## **ELECTROMAGNETISME**

L'étude de l'électrostatique et de la magnétostatique est centrée sur les propriétés des champs . On exploite les propriétés de symétrie et on insiste sur la comparaison des propriétés respectives des champs électrostatique et magnétostatique. Aucune technicité mathématique n'est recherchée dans les calculs : on s'intéresse à des situations proches du cours et d'intérêt pratique évident .

On pourra utiliser un logiciel pour obtenir les cartes de lignes de champ.

La seule relation locale introduite en première année est celle entre le champ électrostatique et le potentiel. Toute autre formulation locale est exclue en première année .

### **1) Champ électrostatique E**

Loi de Coulomb.

Distribution et densités de charges

Champ électrostatique E : topographie

### **2) Circulation et flux du champ E**

Circulation du champ E, potentiel électrostatique. Relation entre E et V

Flux du champ E : théorème de Gauss.

Propriétés de symétrie du champ E.

Caractère polaire (vrai vecteur).

### **3) Dipôle électrostatique rigide**

Dipôle électrostatique, potentiel et champ créés, action d'un champ électrique uniforme.

## **MAGNETOSTATIQUE**

### 1) Champ magnétostatique B

Champ magnétostatique B Sa topographie

Loi de Biot et Savart pour le circuits filiformes

Propriétés de symétries du champ B. Caractère axial

### 2) Flux et circulation du champ B

Flux du champ B : sa conservation.

Circulation du champ B : théorème d'Ampère.

**Applications :** Champs d'un fil rectiligne illimité, sur l'axe d'une spire circulaire, sur l'axe d'un solénoïde de section circulaire, champ du solénoïde infiniment long, et champ d'une bobine torique etc...

### 3) Dipôle magnétique

Dipôle magnétique. Moment magnétique. Champ crée. Comparaison avec le champ crée par un dipôle électrostatique.

Signification physique du dipôle magnétique.

Loi de Laplace , appliquée à un circuit filiforme.

## ***ELECTROCINETIQUE-ELECTRONIQUE***

Le cours d'électronique est conçu comme un enseignement expérimental .

L'essentiel de cette partie est réalisé sous forme expérimentale. L'objectif est de maîtriser le régime continu, ou quasi-stationnaire, les applications pratiques de l'optique géométrique dans les conditions de Gauss.

Loi d'Ohm

Le principe de Fermât et le théorème de Malus ne sont pas au programme.

- Théorème de Millman.

Approximation de l'optique géométrique :

- Loi de Kirchhoff

Rayon lumineux. Réflexion et réfraction Objet et image.

- Théorèmes de superposition , de Norton et de Thévenin .

Notion de Stigmatisme

- Diviseurs de courants et de tensions .

Miroirs sphériques, et lentilles minces.

- Caractéristique d'un dipôle électrocinétique dans l'approximation de Gauss .

- Générateur et récepteur d'énergie électrocinétique, bilans d'énergie et de puissance.

- Régimes transitoire et sinusoïdal forcé, puissance.

- Représentation complexe : impédance, admittance, fonction de transfert , pulsation de

coupure, facteur de qualité .

Diagramme de Bode de filtres du premier ordre.

## ***THERMODYNAMIQUE***

Le programme de cet enseignement, reparti sur les deux années, est centré sur la notion de bilan, d'énergie ( avec l'introduction de quelques éléments de bilan thermique) et bilan d'entropie. La formation différentielle des principes est hors programme.

De la Mécanique à la Thermodynamique. Notion de système Thermodynamique, Equilibre Thermodynamique. Système homogène, phase.

Aspect cinétique de la thermodynamique. Modèle du gaz parfait monoatomique. Définition cinétique de la pression et de la température. Equation d'état, énergie interne d'un Gaz parfait monoatomique  
Limite du modèle du gaz parfait.

Présentation qualitative des gaz réels.  
Eléments de statique des fluides :  
conditions d'équilibre. Cas d'un fluide incompressible et homogène .  
Cas de l'atmosphère isotherme dans le modèle du gaz parfait.

Système thermodynamique ; équilibre Variables thermodynamiques d'état; variables extensives et intensives.  
Equation d'état. Définition des coefficients thermoélastiques.  
Transformations réversibles et irréversibles.

Travail échangé par un système ; travail des forces de pression.

Premier principe de la thermodynamique ou principe d'équivalence: Energie interne  $U$ , fonction d'état thermodynamique, chaleur échangée par un système .

Bilan énergétiques.

Enthalpie  $H$ , fonction d'état thermodynamique .

Capacités thermiques isochore et isobare.  
Loi de Laplace.

Second principe de la thermodynamique ou principe d'évolution.

Entropie  $S$ , fonction d'état thermodynamique  
Entropie échangée et entropie créée Bilans entropiques

Définition thermodynamique de la température.

Entropie des Gaz parfaits

Machines dithermes. Rendement des moteurs Coefficient d'efficacité des récepteurs.  
Théorème de Carnot.

Notions sur les changements d'état du corps pur.

## **TRAVAUX PRATIQUES**

Les étudiants ne sont pas censés connaître des méthodes et des appareils autres que ceux figurant dans la liste ci-dessous . En ce qui concerne ces appareils, on ne peut exiger qu'ils ne connaissent plus que leur principe sommaire de fonctionnement Si les étudiants sont appelés à utiliser d'autres appareils, toutes les indications nécessaires doivent leur être fournies.

Par l'importance donnée aux travaux pratiques, on souhaite, en particulier , continuer à améliorer dans l'esprit des étudiants la relation qu'ils ont à faire entre le cours et les TP et leur donner le goût des sciences expérimentales , même s'ils n'en découvrent, à ce stade, que quelques unes des méthodes .

L'utilisation d'une instrumentation actuelle remplace l'ensemble de l'instrumentation ancienne aujourd'hui désuète .

Un oscilloscope à mémoire numérique calibré en tension , fréquence , phase , mesurant temps de montée période etc. ..., permettant les calculs de valeur moyenne, efficace etc .... remplace la table traçante , le fréquencemètre .

Un multimètre numérique à grande impédance d'entrée effectuant les mesures en valeur moyenne ou efficace remplace les ampèremètres , voltmètres magnétoélectriques ou ferromagnétiques .

### **LISTE DES THEMES ET METHODES :**

Mesures courantes d'impédances , d'intensité , de tension, de fréquence et de déphasage par des appareils analogiques ou numériques et par oscilloscope .

Tracé de caractéristiques.

Etude des régimes transitoires et forcés, oscillations entretenues, résonance .

Mesures courantes des paramètres caractéristiques d'un montage amplificateur de tension réalisé à partir d'un amplificateur opérationnel : gain en tension , résistances d'entrée et de sortie , fréquences de coupure à -3dB, niveau de saturation en tension et vitesse de balayage .

Réalisation et caractérisation d'opérateurs linéaires simples à amplificateurs opérationnels tels que : amplificateur de tension, inverseur, sommateur.

Diagrammes de Bode.

Mesures de champs magnétique

Formation d'images par un système optique simple.

Réalisation de montages comportant des associations de lentilles ; réalisation et ou analyse d'appareil tels que projecteurs ou appareil photo ou microscope ou lunette astronomique.

Mesure de chaleur massique.

Changement de phase.

## **MATERIELS ET LOGICIELS EMPLOYES**

Oscilloscopes analogique et numérique .  
Oscilloscope à mémoire numérique, interfaçable numériquement .  
Générateur de signaux (BF) avec modulation interne de sortie de l'image analogique de la fréquence.  
Voltmètre, ampèremètre, multimètre analogiques ou numériques Phasemètre.  
Phasemètre.  
Boîtes de résistances.  
Boîtes de capacité.  
Inductances.  
Composants de base . Câbles coaxiaux et fils. Diodes.  
Amplificateur opérationnel.  
Table traçante.  
Sonde de Hall.  
Capteurs de température.  
Capteurs de pression.  
Calorimètre  
Banc d'optique.  
Diaphragme à iris, écrans.  
Laser.  
Sources spectrales et leur alimentations : lampes spectrales, sources de lumières blanches  
Condenseurs.  
Lentilles et miroirs plans et sphériques  
Collimateur, lunette autocollimatrice.  
Viseur à frontale fixe et viseur dioptrique.  
Goniomètre ; prismes.  
Ordinateur avec écran couleur, imprimante  
Carte d'acquisition du signal.  
Logiciel de simulation de spectres électrostatiques et magnétostatiques.

## **PROGRAMME DETAILLE DE CHIMIE - 1ère Année**

**CHARGE HORAIRE** : 2 H/Semaine (cours : 1H ; T.D. 30mn ; T.P. : 30mn)

Horaire total réservé à l'*Atomistique* = 10 heures (soit 7 semaines - 1 H cours + 30mn T.D.)

Horaire total réservé aux *Liaisons chimiques* = 6 heures (soit 4 semaines - 1H cours + 30 mn T.D.)

Horaire réservé *Thermodynamique chimique* = 12 heures (soit 8 semaines -1H cours + 30 mn T.D.)

Horaire réservé *Equilibre d'Oxydo-Réduction* = 4 H 30mn (soit 3 semaines -1H cours + 30 mn T.D.)

Horaire réservé *Cinétique Chimique* = 6 heures (soit 4 semaines - 1H cours + 30 mn T.D.)

## **ATOMISTIQUE**

**Horaire réservé : 7 semaines Soit 10 heures (1 H cours + 30mn T.D.)**

### **1) CONSTITUANTS DE L'ATOME :**

Electron , proton , neutron , quark . Numéro atomique et nombre de masse .  
Isotopes.(Rappels brefs) . Ces notions ont été largement développées au niveau de  
l'enseignement secondaire.

## **2) LES PHOTONS :**

Spectre d'émission de l'atome d'hydrogène (séries de Lyman ,Balmer et Paschen).

## **3) THEORIE DE BOHR :**

Systèmes hydrogénoïdes. Application : Définition et calcul de l'énergie d'ionisation de  
l'atome d'hydrogène et des ions hydrogénoïdes.

## **4) L'ATOME D'HYDROGENE EN MECANIQUE ONDULATOIRE :**

- Nature ondulatoire de la matière,  
- Présentation de l'équation d'onde de Schrödinger. Notions de fonction d'onde  $\Psi(r, \theta, \phi)$ ,  
de probabilité de présence de l'électron et d'orbitale atomique. Nombres  $n, l, m, s$ , et  $s$   
(nombre de spin).

## **5) ATOMES A PLUSIEURS ELECTRONS :**

- Configuration électronique des éléments atomiques et règles de remplissage des orbitales  
atomiques (principe de Pauli, principe de stabilité ou règle de Klechkowsky et règle de  
Hund).  
- Approximations de Slater : Principe et calcul de l'énergie d'un atome polyélectronique  
appartenant aux quatre premières périodes.

## **6) CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS ATOMIQUES :**

- Description du tableau périodique.  
- Evolution des propriétés dans le tableau : énergie d'ionisation , affinité électronique ,  
électronégativité , rayon atomique, rayon ionique.

# ***LIAISON CHIMIQUE***

**Horaire réservé : 4 semaines Soit 6 heures (1H cours + 30 mn T.D.)**

## **1) STRUCTURE DE LEWIS : REGLE DE L'OCTET :**

Apports et insuffisances de la théorie de Lewis.

La règle des 18 électrons sera présentée comme une extension de la règle de l'octet à partir  
de la 4ème période

## **2) LIAISON COVALENTE DELOCALISEE : MESOMERIE ET RESONANCE**

On traitera les exemples de  $O_3$ ,  $SO_2$  ,  $NO_3^-$ - $CO_3^{2-}$  ,  $C_6H_6$

## **3) PREVISION DE LA GEOMETRIE DES MOLECULES PAR LA METHODE VSEPR.**

On se limitera aux coordinences inférieures ou égales à six . Traiter des exemples de  
molécules où tous les doublets sont liants et des exemples de molécules possédant à la fois  
des doublets liants et non liants.

## **4) LIAISONS COVALENTES POLAIRES MOMENT DIPOLAIRE . CARACTERE IONIQUE PARTIEL**

On insistera sur la relation entre le moment dipolaire d'une molécule et sa configuration

spatiale.

## ***THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE***

**Horaire réservé : 8 semaines Soit 12 heures (1H cours + 30 mn T.D.)**

### **1) LE PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE ET SES APPLICATIONS :**

#### ***a - Notions générales :***

Systèmes , état d'un système (variables d'état : extensives et intensives).

Système en équilibre - système en évolution (transformations réversible et irréversible)

#### ***b - Notions de chaleur et de travail :***

\* Notion de chaleur

Chaleur de transformation à pression constante et à volume constant. Capacités calorifiques et chaleurs massiques  $c_p$  et  $c_v$ .

\* Notion de travail

Travail réversible et irréversible d'une transformation isotherme de gaz parfait.

#### ***c - Le premier principe de la thermodynamique :***

\* Notion de fonction d'état .

La différentielle totale exacte (expression mathématique et propriétés).

\* Enoncé du premier principe .

L'énergie interne est une fonction d'état ( $dU = dW + dQ$  ;  $DU = W + Q$ )

#### ***d - Applications :***

\* Transformation physico-chimique

Cas d'une transformation isotherme de gaz parfait.

Cas d'une réaction chimique : équation bilan ,  
avancement de réaction  $x$  , grandeur de réaction.

\* Enthalpie d'une transformation physico - chimique.

\* Relation entre  $\Delta_r H (Q_p)$  et  $\Delta_r U (Q_v)$  d'une réaction chimique. Première et deuxième lois de Joule.

\* Enthalpies de changements d'état d'un corps pur.

\* Variations des chaleurs de réaction avec la température : Loi Etat standard d'un corps pur (gaz parfait , phase condensée). Loi de Kirchhoff.

\* Enthalpie de formation d'un composé.  $\Delta_f H^\circ$  (cas du corps pur :  $\Delta_f H^\circ = 0$ ).

\* Détermination de l'enthalpie d'une réaction chimique. Enoncé de la loi de Hess

\* Détermination de l'enthalpie de la liaison covalente

\* Détermination de l'enthalpie réticulaire d'un cristal ionique (cycle de Born-Haber).  
Définition et exemple d'application dans le cas d'un halogénure alcalin.

## **2) LE DEUXIEME PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE :**

a - Introduction : évolutions spontanées.

b - Enoncé du second principe.

\* Notion d'entropie

c - Entropie d'un système isolé subissant soit une transformation réversible , soit une transformation irréversible.

d - Calcul de la variation d'entropie d'un corps pur subissant une variation de température ou un changement d'état physique.

## **3) L'ENTHALPIE LIBRE :**

a - Enoncé du troisième principe de la thermodynamique . Présenter l'entropie absolue d'un corps pur à une température T. On traitera les différents états physiques d'un corps pur à la température T. On définira l'entropie absolue d'un corps pur à une température T.

b - Calcul de la variation d'entropie d'une réaction chimique à partir des entropies absolues.

c - Définition de l'enthalpie libre et intérêt de cette fonction .

d - Calcul de la variation d'enthalpie libre d'une réaction à partir des enthalpies libres de formation.

## **4) LES EQUILIBRES CHIMIQUES :**

a - Lois d'action de masse . Relation de Guldberg et Waage. Constante d'équilibre. Relation entre  $\Delta_r G^\circ$  et la constante d'équilibre thermodynamique  $K^\circ$ . On présentera  $K_p$  et  $K_c$  .

b - Variation de la constante d'équilibre avec la température : Loi de Vant' Hoff

c- Loi de déplacement des équilibres : Effets de la température , de la pression totale, de la pression partielle ou de la concentration d'un constituant du système, de l'introduction d'un gaz inerte à volume constant, et à pression constante.

## **5) LES EQUILIBRES D'OXYDO -REDUCTION :**

a - Couple Redox -Nombre d'oxydation . Réaction d'oxydo - réduction.

b - Potentiel d'électrode : Formule de Nernst

c - F.é.m. d'une pile et convention de la présentation des piles.

d - Différents types d'électrodes.

## **CINETIQUE CHIMIQUE**

**Horaire réservé : 4 semaines Soit 6 heures (1H cours + 30 mn T.D.)**

### **1) VITESSE DE REACTION . LOI DE VITESSE :**

- Définition de la vitesse de réaction.
- Loi de vitesse : Notions d'ordre global , d'ordres partiels et de constante de vitesse.
- Dégénérescence de l'ordre
- Temps de demi-réaction .

### **2) DETERMINATION DE L'ORDRE DE REACTION :**

- Méthode intégrale.

On traitera respectivement les réactions d'ordre zéro, un et deux .On attirera l'attention sur la relation qui existe entre l'ordre de la réaction et la dimension de la constante de vitesse d'une part et l'expression du temps de demi-réaction en fonction de la concentration initiale du réactif d'autre part.

- Méthode différentielle

On présentera aussi la méthode (différentielle) des vitesses initiales.

- Mécanismes réactionnels en cinétique homogène.

Molécularité , processus élémentaires, intermédiaires de réactions , approximation de l'état quasi-stationnaire (se limiter à un exemple simple) et approximation de l'étape cinétiquement déterminante (se limiter à un exemple).

Cette partie du cours sera illustrée par une manipulation pratique (exemple = étude de la réaction persulfate-iodure).

### **3) INFLUENCE DE LA TEMPERATURE . ENERGIE D'ACTIVATION :**

- Loi d'Arrhénius

On présentera la relation d'Arrhénius liant la constante de vitesse à la température et on définira par la même occasion la notion d'énergie d'activation .

- Théorie du complexe activé . catalyse

On se contentera de décrire le profil (ou diagramme ) énergétique de la réaction , en mettant en exergue la notion de catalyseur comme moyen d'abaisser la barrière énergétique correspondant à l'énergie d'activation .

## **PROGRAMME DETAILLE DES TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE - 1ère Année**

**Horaire réservé : 0 H 30 / SEMAINE - Total : 6 séances soit 12 heures**

### **1 - Les équilibres acido - basiques**

- Dosage volumétrique à l'aide d'indicateur coloré.
- Dosage volumétrique par pH - métrie.

## ***2 - Les équilibres d'oxydo - réduction***

- Dosage volumétrique utilisant un indicateur coloré (iode / thiosulfate).
- Dosage potentiométrique ( FeII par le bichromate)

## ***3 - Préparation de solutions titrées.***

## ***4 - Détermination d'une constante d'équilibre par la méthode du coefficient de partage.***

## ***5 - Cinétique chimique ( Réaction persulfate iodure).***

## ***6 - La pile Daniell.***

# **PROGRAMME DETAILLE D'INFORMATIQUE - 1ère Année**

## ***ALGORITHMIQUE***

- Objet et actions élémentaires,
- Structures de contrôle et itératives,
- Sous-programmes,
- Structures de données.

## ***PROGRAMME MAPLE***

- Principes de base de Maple,
- Programmation avec Maple,

## ***INFORMATIQUE APPLIQUEE***

- Utilisation des outils informatiques en mathématiques, physique, chimie et mécanique générale.

# **PROGRAMME DETAILLE D'Anglais : 1ère Année**

## ***OBJECTIFS***

L'objectif principal de l'enseignement d'Anglais dans les Instituts Préparatoires Aux Etudes d'Ingénieurs est d'initier l'élève à l'anglais de la science et technologie pour qu'il puisse lire et communiquer d'une façon effective dans ce domaine. Par exemple, l'utilisation de l'Internet représente un besoin immédiat, de nos jours.

Parallèlement à cette formation, il s'agit aussi de consolider ses acquisitions linguistiques

précédentes. Ainsi l'anglais général ne devrait en aucun cas être négligé.

## ***METHODOLOGIE GENERALE***

Intégration des compétences de langue (skills) : Reading, Writing, Speaking et Listening. Cependant, il faut porter un intérêt particulier aux Reading et Writing Skills en vue de préparer l'étudiant au concours d'entrée aux écoles nationales d'ingénieurs à la fin de la 2<sup>ème</sup> année sans pour autant négliger le speaking skill, car l'étudiant aurait éventuellement à passer une épreuve orale en Anglais lors du Concours d'entrée aux écoles nationales d'Ingénieurs à la fin de la 2<sup>ème</sup> année. Quant au listening skill, on devrait aussi le développer si les moyens didactiques nécessaires sont disponibles tels que les laboratoires de langue, les lecteurs-cassettes et les ordinateurs avec CD-Rom.

1/4 du volume horaire annuel pour le développement du writing skill

### **I - Reading Skill**

**Objectif** : l'objectif est d'enrichir le bagage lexical de l'étudiant en anglais général scientifique (common core scientific English) en premier lieu. Cependant, il faut éviter les textes spécialisés contenant du jargon scientifique ou technique

Il vaut mieux choisir des textes d'actualité de différentes sources : Journaux, magazines, annonces publicitaires, lettres etc, - traitant de sujets motivants pour stimuler l'intérêt de l'étudiant.

**Méthodologie** : Enseigner le Reading skill selon les 3 étapes en vue d'intégrer les skills c.a.d : Pre - While et Post Reading

a) Pre - Reading : Brainstorming (warming up) .

b) While - Reading = Surveying - Skimming, scanning, inference and reference questions, identifying topic sentences and supporting details etc.

c) Post Reading = Outlining, Guided summary ( e.g paragraph completion, reordering and linking sentences) - Translation a) Version ( à partir du texte) b) Thème (voir liste structures)

Volume horaire = il faut allouer au moins 10 séances pour le Reading Skill c'est à dire le 1/3 du volume horaire annuel.

A/ - Topics : (Related to scientific English)

- Energy problems (alternative sources of energy : nuclear energy, solar energy etc).
- world environment (air, water pollution, global warming etc)
- Automation (robots, computers, Internet etc )
- Space exploration (telecommunications, satellites, possibility of life on other planets etc.)
- Technological and medical progress (new inventions and discoveries etc.)
- Ingeneering feats

B/ - Topics (related to general English)

- Studying abroad
- Media
- Youth concerns
- Addictions
- Arts and leisure activities etc

### **II - Writing Skill**

**Objectifs** : Il s'agit d'amener l'élève à écrire d'une façon cohérente et cohésive.

**Méthodologie :** Etant donné que la fonction de la langue est la manière par laquelle une langue peut exprimer un concept comme la causalité, l'hypothèse, la comparaison etc , il est nécessaire d'enseigner les fonctions de langue les plus fréquentes dans les textes de discours scientifique en tant que moyen efficace pour entraîner l'étudiant à l'expression écrite. Il est recommandable de choisir pour support des textes courts qui mettent en relief les fonctions de langue à enseigner (sample paragraphs) et qui servent de modèles à suivre pour l'expression écrite.

## **TRADUCTION : 1ERE ANNEE ET 2EME ANNEE**

**Objectifs :** Il s'agit simplement d'une initiation à la traduction  
C'est un moyen efficace de consolidation du lexique et des structures grammaticales( voir liste ci-dessous)

**Méthodologie :** Il faut l'incorporer à la séance d'explication de textes(Reading compréhension) en tant que " follow -up activity "

Stratégies : - Thème ( du français vers l'anglais)  
- Version ( de l'anglais vers le français)

Au niveau de la 1ère Année, c'est plutôt de la traduction au niveau de la phrase.  
Alors qu'en 2ème Année, c'est de la traduction au niveau du paragraphe (de 3 à 4 lignes)

## **PROGRAMME DETAILLE DE STI - 1ère Année**

### **ETUDE DES SYSTEMES HORAIRE RECOMMANDE : 8 HEURES**

#### **OBJECTIFS**

A partir d'un dossier technique relatif à un système réel, les compétences acquises doivent permettre de :

- classer le système industriel dans son domaine d'activité,
- identifier les matières d'œuvre entrantes et sortantes du système,
- préciser les caractéristiques de la valeur ajoutée par le système ,
- identifier et caractériser les éléments de structure (sous-ensembles fonctionnels.Chaînes fonctionnelles, partie opérative et partie commande)

#### **PROGRAMME**

##### **I. REPRESENTATION GENERALE**

- DEFINITIONS : MATIERE D'ŒUVRE, VALEUR AJOUTEE, FONCTIONS.
- FONCTIONS DE SERVICE (FONCTION PRINCIPALE, FONCTION CONTRAINTE),

## FONCTIONS TECHNIQUES, CRITERES D'APPRECIATION D'UNE FONCTION - DIFFERENTS SYSTEMES

### II. STRUCTURE D'UN SYSTEME

- DEFINITIONS : PARTIE COMMANDE, PARTIE OPERATIVE ;
- RELATION ENTRE PARTIE COMMANDE ET PARTIE OPERATIVE (Définitions: Chaîne d'action - Chaîne d'acquisition - Constituants de la chaîne d'action : préactionneurs, actionneurs, transmetteurs de puissance, effecteurs.- Constituants de la chaîne d'acquisition : capteurs, transmetteurs d'informations).

### III. ANALYSE FONCTIONNELLE DESCENDANTE MISE EN ŒUVRE DE L'OUTIL SADT

#### **COMMENTAIRES**

Les activités sont organisées à partir de dossiers techniques relatifs à un système réel. L'analyse fonctionnelle par l'outil SADT doit permettre d'identifier les constituants principaux, leurs fonctions et leur organisation pour un système existant à partir d'un dossier technique préparé à cet effet. La recherche des fonctions à travers des outils spécifiques (bête à cornes, pieuvre, ...) n'est pas au programme.

L'étude des chaînes fonctionnelles (ou axes) comme sous-ensembles de systèmes permet de définir une base de données de solutions industrielles associées aux fonctions principales (transférer, réguler, positionner, maintenir, transformer,)

L'outil FAST n'est pas au programme.

## **REPRESENTATION 2D HORAIRE RECOMMANDE : 8 HEURES**

#### **OBJECTIFS**

Etre capable de représenter et de définir une pièce ou un ensemble mécanique.

Prérequis : Normalisation des traits.

#### **PROGRAMME**

I. NORMALISATION - Rappels (formats, traits, échelles, ...)

#### II. PROJECTION ORTHOGONALE.

- DEFINITION ( PLAN DE PROJECTION, PIECE, OBSERVATEUR ).
- DISPOSITION DES VUES ( CUBE DE PROJECTION ).
- TRACE DES INTERSECTIONS USUELLES.(Intersections plan/plan, Intersections cylindre/plans.- Intersections cylindre/cylindre : à axes  $\wedge$  et coplanaires de même diamètres et de diamètres différents - Représentation des surfaces filetées).

#### III. COUPE - SECTIONS

- COUPE SIMPLE.
- DEMI COUPE
- COUPE A PLANS PARALLELES
- SECTIONS (SORTIES, RABATTUES)
- COUPE LOCALE

## IV. COTATION DIMENSIONNELLE

### **COMMENTAIRES**

Les cotations géométriques et fonctionnelles ainsi que le tolérancement ne sont pas au programme.

Les applications doivent porter sur des pièces extraites de dessins d'ensembles.

## **REPRESENTATION 3D HORAIRE RECOMMANDE : 4 HEURES**

### **OBJECTIFS**

- Etre capable de représenter une pièce mécanique en perspective cavalière et en perspective isométrique.
- Etre capable de représenter une pièce par des perspectives en coupe.

### **PROGRAMME**

#### I. LA PERSPECTIVE CAVALIERE " PROJECTION OBLIQUE "

- DEFINITION ET BUT
- CONVENTIONS ( ECHELLE DE REDUCTION ,ANGLE ET DIRECTIONS DES FUYANTES )
- REPRESENTATIONS DU CONTOUR CIRCULAIRE

#### II. LA PERSPECTIVE ISOMETRIQUE " PROJECTION ORTHOGONALE "

- DEFINITION ET BUT
- CONVENTIONS ( ECHELLES DE REDUCTIONS , ANGLES DES FUYANTES )
- REPRESENTATION DU CONTOUR CIRCULAIRE

### **COMMENTAIRES**

Les applications doivent porter sur des pièces extraites de dessins d'ensembles.

## **ELEMENTS NORMALISES HORAIRE RECOMMANDE : 4 HEURES**

### **OBJECTIFS**

Etre capable de désigner, d'identifier et de représenter un élément normalisé.

### **PROGRAMME**

#### I. ELEMENTS FILETES.

- TYPES: VIS, GOUJON,ECROU
- REPRESENTATION NORMALISEE
- DESIGNATION

#### II. RONDELLES

- TYPES
- DESIGNATION - REPRESENTATION

### III. CLAVETTES.

- CLAVETTES PARALLELES ORDINAIRES ( FORME A, FORME B, FORME C ).
- CLAVETTES DISQUES.
- DESIGNATION.

### IV. GOUPILLES

- TYPES
- DESIGNATION - REPRESENTATION

### V. ANNEAUX ELASTIQUES.

- TYPES
- DESIGNATION - REPRESENTATION

### VI. REPRESENTATION DES ROUES DENTEES (CYLINDRIQUES A DENTURE DROITE)

### VII. REPRESENTATION DES ROULEMENTS (ROULEMENTS BC)

### **COMMENTAIRES**

A partir d'un dessin d'ensemble des parenthèses peuvent être ouvertes pour mettre en relief l'emploi, la normalisation et la désignation des éléments énumérés ci dessus.

## **CALCUL VECTORIEL** **HORAIRE RECOMMANDE : 2 HEURES**

### **OBJECTIFS**

Maîtriser les opérations usuelles de calcul vectoriel

### **PROGRAMME**

#### I. CARACTERISTIQUES D'UN VECTEUR

#### II. DIFFERENTS TYPES DE VECTEURS

#### III. OPERATIONS SUR LES VECTEURS

- SOMME ET DIFFERENCE
- MULTIPLICATION D'UN VECTEUR PAR UN SCALAIRE
- PRODUIT SCALAIRE
- PRODUIT VECTORIEL
- DOUBLE PRODUIT VECTORIEL
- PRODUIT MIXTE

#### IV. DIVISION VECTORIELLE

#### V. MOMENT D'UN VECTEUR LIE PAR RAPPORT A UN POINT

#### VI. MOMENTS D'UN VECTEUR GLISSANT PAR RAPPORT A UN AXE

### **COMMENTAIRES**

Ce chapitre constitue un rappel sur les opérations acquises au secondaire et introduit de nouvelles opérations (produit vectoriel, produit mixte, division vectorielle, moment).

## **TORSEURS** **HORAIRE RECOMMANDE : 6 HEURES**

### **OBJECTIFS**

- Maîtriser la notion de torseur et ses propriétés en s'appuyant sur des définitions mathématiques
- Maîtriser les opérations sur les torseurs
- Traiter le cas des torseurs associés à  $n$  vecteurs glissants,
- Savoir déterminer l'axe central d'un torseur et donner son équation vectorielle.
- Savoir décomposer un torseur

### **PROGRAMME**

#### I. APPLICATION SYMETRIQUE ET ANTISYMETRIQUE

- DEFINITION ET THEOREME
- PROPRIETES DES APPLICATIONS ANTISYMETRIQUES

#### II. CHAMP DE VECTEURS ANTISYMETRIQUES

#### III. LES TORSEURS

- DEFINITION
- INVARIANTS SCALAIRE ET VECTORIEL D'UN TORSEUR
- EQUIPROJECTIVITE
- OPERATIONS SUR LES TORSEURS (Somme des torseurs - Egalité de deux torseurs - Produit (ou Comoment) de deux torseurs - Dérivation des torseurs).
- AXE CENTRAL D'UN TORSEUR - Equation vectorielle (l'équation analytique n'est pas au programme)
- TORSEURS PARTICULIERS (Torseur Nul - Torseur Couple -Torseur Glisseur).
- DECOMPOSITION D'UN TORSEUR (Décomposition en deux glisseurs - Décomposition centrale en la somme d'un couple et d'un glisseur).
- TORSEURS ASSOCIES A N VECTEURS GLISSANTS

### **COMMENTAIRES**

Les exercices d'application doivent permettre aux étudiants de manipuler les propriétés des torseurs et les calculs sur les torseurs.

## **PARAMETRAGE DES SYSTEMES MECANIQUES**

### **HORAIRE RECOMMANDE : 4 HEURES**

### **OBJECTIFS**

Les compétences acquises doivent permettre à partir d'un système de solides de :

- Paramétrer la position d'un solide en mouvement par rapport à un référentiel,
- Définir le paramétrage d'une liaison élémentaire,
- Etablir le graphe des liaisons à partir d'un schéma cinématique,
- Etablir les relations scalaires indépendantes entre les différents paramètres introduits au système pour un paramétrage donné,
- Lire un schéma cinématique et déterminer la loi "Entrée-Sortie"

### **PROGRAMME**

#### I. NOTION DE SOLIDE INDEFORMABLE

#### II. PARAMETRAGE DE LA POSITION D'UN SOLIDE PAR RAPPORT A UN REPERE

- PARAMETRAGE DE LA POSITION DE L'ORIGINE DU REPERE LIE AU SOLIDE
- PARAMETRAGE DE L'ORIENTATION DE LA BASE DU REPERE LIE AU SOLIDE (Nombre de paramètres indépendants positionnant un solide dans un repère.- Les angles

d'Euler).

### III. DEFINITION, MODELISATION ET DEGRE DE LIBERTE DES LIAISONS ELEMENTAIRES

#### IV. PARAMETRAGE D'UN SYSTEME DE SOLIDES

#### V. LECTURE D'UN SCHEMA CINEMATIQUE

- ELABORATION DU GRAPHE DES LIAISONS
- LOI "ENTREE SORTIE"

### **COMMENTAIRES**

Dans toutes les applications relatives à un système de solides le paramétrage sera défini par l'enseignant. Les applications porteront autant que possible sur des systèmes réels.

## **CINEMATIQUE DES SYSTEMES DE SOLIDES INDEFORMABLES**

### **HORAIRE RECOMMANDE : 14 HEURES**

### **OBJECTIFS**

Rappels des définitions de la cinématique du point.

Les connaissances acquises dans cette partie doivent permettre aux étudiants de :

- Maîtriser parfaitement la dérivation composée d'un vecteur,
- Déterminer le torseur cinématique d'un solide en mouvement et identifier le type de mouvement à partir des invariants,
- Déterminer le vecteur accélération d'un point d'un solide,

Dans le cas des solides en contact, les connaissances acquises doivent permettre aux étudiants de:

- Calculer le vecteur glissement en un point de contact de deux solides en mouvement,
- Décomposer le vecteur instantané de rotation en un vecteur rotation de roulement et un vecteur rotation de pivotement,
- Identifier un mouvement plan sur plan et déterminer la base et la roulante.

### **PROGRAMME**

#### I. DEFINITIONS

- MOUVEMENT ABSOLU ET MOUVEMENT RELATIF
- VECTEUR POSITION D'UN POINT D'UN SOLIDE
- VECTEUR VITESSE D'UN POINT D'UN SOLIDE
- VECTEUR ACCELERATION D'UN POINT D'UN SOLIDE

#### II. FORMULE DE LA DERIVATION VECTORIELLE

- DERIVEE D'UN VECTEUR MOBILE PAR RAPPORT A UN REPERE
- DERIVATION COMPOSEE D'UN VECTEUR MOBILE. Cas général (application avec les angles d'Euler) - Cas d'un mouvement plan.
- DETERMINATION DES VECTEURS VITESSES INSTANTANEEES DE ROTATION

#### III. CINEMATIQUE DES SOLIDES INDEFORMABLES

- CHAMP DES VITESSES D'UN SOLIDE
- DEFINITION DU TORSEUR CINEMATIQUE
- DIFFERENTS MOUVEMENTS D'UN SOLIDE (TRANSLATION, ROTATION, HELICOÏDAL)
- COMPOSITION DES VECTEURS VITESSES
- COMPOSITION DES TORSEURS CINEMATIQUE

- CHAMP DES VECTEURS ACCELERATIONS D'UN SOLIDE
- COMPOSITION DES VECTEURS ACCELERATIONS
- TORSEURS CINEMATIQUE DES LIAISONS ELEMENTAIRES

#### IV. CINEMATIQUE DES SOLIDES EN CONTACT

- VECTEUR VITESSE DE GLISSEMENT EN UN POINT DE CONTACT
- VECTEUR ROTATION DE ROULEMENT ET ROTATION DE PIVOTEMENT
- LES AXOÏDES D'UN MOUVEMENT

#### V. MOUVEMENT PLAN SUR PLAN (CINEMATIQUE PLANE)

- DEFINITION
- CENTRE INSTANTANE DE ROTATION
- BASE ET ROULANTE
- RECHERCHE GEOMETRIQUE DU CENTRE INSTANTANE DE ROTATION
- MOUVEMENT PLAN SUR PLAN DE TROIS PLANS

#### **COMMENTAIRES**

Pour les axoïdes du mouvement d'un solide on se limitera à la définition et à la représentation des axoïdes relatifs aux cas usuels.

Exemple d'application à traiter en classe :

- Système de transformation de mouvement (bielle-manivelle, etc.),
- Robots (composition des torseurs cinématique, compositions des accélérations)
- Roulement avec et sans glissement entre deux roues à axes parallèles
- Deux roues dentées à axes concourants (axoïdes).
- Mécanisme à trois barres (C.I.R, Base, Roulante)
- Echelle contre un mur (C.I.R., Base, Roulante)

### **MODELISATION DES ACTIONS MECANIQUES**

#### **HORAIRE RECOMMANDE : 4 HEURES**

#### **OBJECTIFS**

L'étudiant doit être capable de :

- Déterminer le torseur des actions mécaniques transmissibles par une liaison élémentaire,
- Isoler un système de solides et faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures

#### **PROGRAMME**

##### VI. REPRESENTATION DES ACTIONS MECANIQUES

- DEFINITION DES ACTIONS MECANIQUES
- CLASSIFICATION DES ACTIONS MECANIQUES
- PREMIER PRINCIPE DE LA STATIQUE

##### VII. MODELISATION DES ACTIONS MECANIQUES A DISTANCE (APPLICATION AU CHAMP DE PESANTEUR)

##### VIII. MODELISATION DES ACTIONS MECANIQUES DE CONTACT

- TORSEUR D'ACTION MECANIQUE DE CONTACT
- ACTIONS DE CONTACT AVEC FROTTEMENT LOIS DE COULOMB
- HYPOTHESE DU CONTACT SANS FROTTEMENT
- SOLIDES EN CONTACT PONCTUEL (Frottement de glissement, Frottement de

pivotement, Frottement de Roulement).

- TORSEUR STATIQUE DES LIAISONS ELEMENTAIRES SANS FROTTEMENT

### **COMMENTAIRES**

Exemples d'application à traiter en classe avec les étudiants :

- Montage d'usinage,
- Systèmes à leviers articulés (isostatiques),

## **STATIQUE DES SOLIDES HORAIRE RECOMMANDE : 6 HEURES**

### **OBJECTIFS**

L'étudiant doit être capable d'appliquer le P.F.S. et de déterminer les inconnues statiques du système.

### **PROGRAMME**

- I. EQUILIBRE D'UN SOLIDE OU D'UN SYSTEME DE SOLIDES PAR RAPPORT A UN REPERE.
- II. ENONCE DU PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA STATIQUE ET DES THEOREMES GENERAUX DE LA STATIQUE
- III. THEOREME DES ACTIONS MUTUELLES OU RECIPROQUES
- IV. CAS PARTICULIER DE L'EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A L'ACTION DE 2 OU 3 GLISSEURS

### **COMMENTAIRES**

Les applications doivent insister sur la mise en place du modèle de calcul à partir d'un système réel (identification du solide ou du système de solides à isoler, identification des actions extérieures, ...).

La résolution par la méthode graphique pourrait faire l'objet d'un TP.

## **GEOMETRIE DES MASSES HORAIRE RECOMMANDE : 6 HEURES**

### **OBJECTIFS**

Les compétences acquises doivent permettre de :

- Déterminer le centre d'inertie d'un système de solides indéformables,
- Déterminer le tenseur (matrice) d'inertie d'un solide en son centre de gravité et en un point quelconque.
- Identifier le repère principal d'inertie,

### **PROGRAMME**

- I. MODELISATION DES ACTIONS MECANIKES
  - AXIOME : PRINCIPE DE CONSERVATION DE MASSE
  - MASSE SPECIFIQUE
  - MASSE

## II. CENTRE D'INERTIE D'UN SYSTEME MATERIEL

- DEFINITION
- PROPRIETES DU CENTRE D'INERTIE (Détermination par fractionnement du centre d'inertie d'un système complexe. Symétrie du système).
- THEOREMES DE GULDIN (Premier théorème, Deuxième théorème).

## III. MOMENT D'INERTIE D'UN SOLIDE PAR RAPPORT A UN AXE

### IV. OPERATEUR D'INERTIE

- DEFINITION
- MATRICE OU TENSEUR D'INERTIE
- EXPRESSION DU MOMENT D'INERTIE PAR RAPPORT A UN AXE
- PRODUIT D'INERTIE PAR RAPPORT A DEUX DROITES PERPENDICULAIRES (Définition - Expression du produit d'inertie par rapport à deux droites perpendiculaires).

### V. LES DIFFERENTS MOMENTS D'INERTIE

- DEFINITIONS
- RELATION ENTRE LES DIFFERENTS MOMENTS D'INERTIE

### VI. THEOREME DE HUYGHENS

### VII. BASE PRINCIPALE D'INERTIE

### VIII. INFLUENCE DE LA SYMETRIE MATERIELLE DU SOLIDE

- PLAN DE SYMETRIE MATERIELLE
- AXE DE SYMETRIE MATERIELLE

### **COMMENTAIRES**

Les applications doivent être orientées principalement vers la détermination du centre de masse et de la matrice d'inertie d'un solide de forme géométrique simple (à titre d'exemple : sphère pleine ou creuse, cylindre plein ou creux, etc. ) ainsi que ceux des solides de forme géométrique obtenue à partir d'association de formes géométriques élémentaires.

## **CINETIQUE**

**HORAIRE RECOMMANDE : 6 HEURES**

### **OBJECTIFS**

Les connaissances acquises doivent permettre de déterminer le torseur cinétique, le torseur dynamique et l'énergie cinétique d'un système de solides.

### **PROGRAMME**

#### I. TORSEUR CINETIQUE OU TORSEUR DES QUANTITES DE MOUVEMENT

- DEFINITION
- CALCUL DE LA RESULTANTE CINETIQUE
- CALCUL DU MOMENT CINETIQUE (Théorème de Koëinig - Moment cinétique d'un solide et d'un système de solides).

#### II. TORSEUR DYNAMIQUE OU DES QUANTITES D'ACCELERATION

- DEFINITION

- CALCUL DE LA RESULTANTE DYNAMIQUE
- RELATION ENTRE LE MOMENT DYNAMIQUE ET LE MOMENT CINETIQUE

### III. ENERGIE CINETIQUE

- DEFINITION
- CALCUL DE L'ENERGIE CINETIQUE (Théorème de Koëinig - Energie cinétique d'un solide et d'un système de solides).

#### **COMMENTAIRES**

Les applications doivent porter sur des cas réels (reprendre les exemples traités dans le chapitre cinématique).

## **DYNAMIQUE DES SYSTEMES DE SOLIDES**

### **HORAIRE RECOMMANDE : 7 HEURES**

#### **OBJECTIFS**

Les connaissances acquises doivent permettre d'appliquer le principe fondamental de la dynamique à un système de solides par rapport à un repère galiléen afin de :

- Déterminer les inconnues des torseurs de liaison ou le torseur des actions extérieures,
- Etablir les équations de mouvement (équations différentielles) dans le cas où les actions mécaniques de liaison sont connues.

#### **PROGRAMME**

##### I. I. PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE

- ENONCE DU P.F.D.
- EQUATION DE MOUVEMENT
- INTEGRALE PREMIERE DU MOUVEMENT

##### II. THEOREME DES ACTIONS MUTUELLES

##### III. EQUILIBRAGE DYNAMIQUE

#### **COMMENTAIRES**

Il faut montrer aux étudiants que le P.F.S. est un cas particulier du P.F.D.

La résolution des équations différentielles pourrait faire l'objet d'un TP en utilisant un outil informatique (MAPLE par exemple).

## **THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE**

### **HORAIRE RECOMMANDE : 5 HEURES**

#### **OBJECTIFS**

Les connaissances acquises doivent permettre :

- De calculer la puissance développée par les actions au niveau des liaisons d'un mécanisme,
- D'appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour déterminer les équations de mouvement d'un solide ou d'un système de solides.

#### **PROGRAMME**

## I. PUISSANCE

- PUISSANCE DEVELOPPEE PAR UNE ACTION MECANIQUE EXTERIEURE A UN SYSTEME DE SOLIDES DANS SON MOUVEMENT PAR RAPPORT A UN REPERE
- PUISSANCE DEVELOPPEE PAR LES ACTIONS MUTUELLES ENTRE DEUX ENSEMBLES MATERIELS
- CAS PARTICULIER D'UNE LIAISON PARFAITE ENTRE DEUX SOLIDES

## II. ENERGIE POTENTIELLE

- ENERGIE POTENTIELLE D'UN SYSTEME DE SOLIDES ASSOCIE A UNE ACTION MECANIQUE EXTERIEURE
- ENERGIE POTENTIELLE DE DEUX SYSTEMES DE SOLIDES ASSOCIEE A UNE ACTION MUTUELLE

## III. THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE

- CAS D'UN SOLIDE
- CAS D'UN ENSEMBLE DE SOLIDES
- INTEGRALE PREMIERE DE L'ENERGIE CINETIQUE

### **COMMENTAIRES**

Les applications doivent porter sur des cas réels en utilisant les deux méthodes: PFD, méthode énergétique.

## **SECTION MATHS PHYSIQUE**

### **PROGRAMME DETAILLE DE MATHÉMATIQUES - 2<sup>ème</sup> Année**

#### **ALGÈBRE ET GÉOMÉTRIE**

Le programme est organisé autour des concepts fondamentaux de l'algèbre linéaire : espaces vectoriels, applications linéaires, sous-espaces vectoriels supplémentaires, sommes directes ; bases, dimension et rang ; formes linéaires, formes bilinéaires symétriques, formes quadratiques ; valeurs propres et sous-espaces propres d'un endomorphisme. Le programme met en œuvre les méthodes de l'algèbre linéaire pour la résolution de problèmes issus, non seulement des autres secteurs de l'algèbre, mais aussi de l'analyse et de la géométrie. Il comporte en outre quelques compléments d'algèbre et d'arithmétique : groupes cycliques, anneau  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ , idéaux de l'anneau  $K$ .

La maîtrise de l'algèbre linéaire en dimension finie et, notamment, de l'articulation entre le point de vue géométrique (vecteurs et points) et le point de vue matriciel, constitue un objectif essentiel. Le programme combine, de façon indissociable, l'étude des concepts de l'algèbre linéaire avec celle des problèmes linéaires (indépendance linéaire, équations

linéaires, réduction des endomorphismes et des matrices, approximation des fonctions, propriétés affines et métriques des configurations et des transformations géométriques ...). Le programme d'algèbre et géométrie comporte la construction, l'analyse et l'emploi d'algorithmes numériques (issus de l'arithmétique ou de l'algèbre linéaire) ainsi que l'emploi du logiciel de calcul symbolique et formel.

## **ALGEBRE GENERALE**

### **Groupes**

L'objectif de ce chapitre est de consolider les notions abordées en première année : groupes, sous-groupes, morphismes de groupes, groupe symétrique, groupes quotients  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$  et groupes cycliques.

Anneaux et corps

L'objectif de ce chapitre est double :

- Consolider et approfondir les notions d'arithmétique abordées en classe de première année, notamment grâce à l'étude des anneaux  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ .
- Consolider les notions sur les polynômes à une indéterminée abordées en classe de première année, notamment grâce à des rappels sur  $\mathbb{K}$ .

Les notions d'anneau quotient et d'anneau principal sont hors programme.

Anneau commutatif

### **L'anneau $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$**

### **Travaux pratiques**

- Exemples d'étude de problèmes de divisibilité dans  $\mathbb{Z}$ , d'emploi de congruences et de calculs dans  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ .
- Exemples d'étude de problèmes de divisibilité dans  $\mathbb{K}\{X\}$ .

## **ALGEBRE LINEAIRE ET GEOMETRIE AFFINE**

Le programme est organisé autour de quatre objectifs.

- Consolider les acquis de la classe de première année : étude des concepts fondamentaux de l'algèbre linéaire (espaces vectoriels, sous-espaces vectoriels, applications linéaires, sous-espaces vectoriels supplémentaires projecteurs, algèbre) ; étude des concepts fondamentaux relatifs aux espaces vectoriels de dimension finie (bases, dimension, rang, déterminants, calcul matriciel) et à la géométrie affine réelle (sous-espaces affines, applications affines).
  - Etudier de nouveaux concepts : somme directe de sous-espaces vectoriels, dualité. Trace d'un endomorphisme équivalence des matrices. Formes bilinéaires, formes quadratiques.
  - Explorer les résultats obtenus pour l'étude de problèmes linéaires issus de l'algèbre (étude des systèmes linéaires, des polynômes, des algèbres ; interpolation) et de l'analyse (récurrences linéaires et équation différentielles linéaires).
  - Maîtriser les relations entre le point de vue géométrique (vecteurs et applications linéaires, points et application affines) et le point de vue matriciel.
- Il convient d'étudier conjointement l'algèbre linéaire et la géométrie affine et, dans les deux cas, illustrer les notions et les résultats par de nombreuses figures.

## **1. Espaces vectoriels, applications linéaires**

Les espaces vectoriels considérés dans ce chapitre sont définis sur un corps  $K$ ,  $K$  sous-corps de  $\mathbb{C}$ .

### **a) Bases, sommes directes**

- Image et noyau d'une application linéaire
- Dualité en dimension finie

Les espaces vectoriels considérés dans ce paragraphe sont de dimension finie. Les notions d'orthogonalité, d'application transposée et d'espace bidual sont hors programme.

- Trace d'un endomorphisme
- Calcul matriciel et système d'équations linéaires

## **2. Formes bilinéaires symétriques et formes quadratiques**

L'objectif de ce chapitre est double :

- Introduire les concepts de forme bilinéaire symétrique et de forme quadratique.
- En dimension finie, étudier la décomposition en carrés d'une forme quadratique et ses applications à l'algèbre.

Dans ce chapitre, le corps de base est  $\mathbb{R}$ .

### **a) Formes bilinéaires symétriques**

- Réduction d'une forme quadratique

Dans ce paragraphe, les espaces vectoriels considérés sont de dimension finie. Les notions d'orthogonalité et de vecteur isotrope sont hors programme.

## **Travaux pratiques**

- Exemples d'étude de l'indépendance linéaire d'une famille de vecteurs. Exemples de construction de bases et de sous-espaces vectoriels supplémentaires, et d'emploi de bases de supplémentaires, de sommes directes et de changements de bases notamment pour l'étude des équations linéaires.
- Exemples d'emploi de la dualité.
- Exemples d'étude de systèmes d'équations linéaires.
- Emploi des opérations élémentaires sur les lignes et les colonnes d'une matrice à coefficients numériques pour la résolution des systèmes de Cramer par l'algorithme du pivot partiel. Le calcul de déterminants, l'inversion des matrices.
- Exemples d'obtention et d'emploi de la décomposition en carrés d'une forme quadratique.

## **Réduction des endomorphismes**

Cette partie est organisée autour de quatre objectifs :

- Étudier les polynômes d'un endomorphisme  $u$  et sous-espaces stables par  $u$ .
- Étudier les valeurs propres et les sous-espaces propres d'un endomorphisme, en dimension finie ou non.
- Étudier les endomorphismes diagonalisables et les endomorphismes trigonalisables, en dimension finie.
- Exploiter les résultats obtenus pour l'étude de problèmes issus de l'algèbre, de l'analyse et de la géométrie.

En outre, le programme associe étroitement le point de vue géométrique et le point de vue

matriciel.

Dans cette partie, le corps de base  $K$  est  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ .

### **1. Sous-espaces stables, polynômes d'un endomorphisme**

- a) Sous-espaces stables
- b) Polynômes d'un endomorphisme

### **2. Réduction d'un endomorphisme**

- a) Valeurs propres, vecteurs propres d'un endomorphisme
  - Valeurs propres, vecteurs propres d'une matrice carrée
  - Polynôme caractéristique
  - Réduction d'un endomorphisme en dimension finie

### **Travaux pratiques**

- Exemples d'emploi du théorème de décomposition des noyaux et d'étude d'endomorphismes ou de matrices annulant un polynôme.
- Exemples d'emploi de décomposition en blocs (produits, matrices diagonales par blocs, triangulaires par blocs).
- Exemples d'étude de matrices ou d'endomorphismes qui annulent un polynôme.
- Exemples de réduction à la forme diagonale ou triangulaire de matrices carrées sur  $\mathbb{C}$  ou sur  $\mathbb{R}$ .
- Exemples d'étude du comportement des puissances  $n$ -ièmes d'une matrice et d'étude de suites numériques satisfaisant à une relation de récurrence linéaire à coefficients constants.

### **Espaces euclidiens, géométrie euclidienne, espaces hermitiens**

Cette partie est organisée autour de quatre objectifs :

- Consolider les acquis de la classe de première année sur le produit scalaire, les espaces vectoriels euclidiens, la géométrie euclidienne du plan et de l'espace.
- Etudier de nouveaux concepts : somme directe orthogonale de sous-espaces vectoriels : dans un espace euclidien adjoint d'un endomorphisme, réduction des endomorphismes autoadjoints et des matrices symétriques. Réduction d'une forme quadratique dans une base orthonormale ; notions sur les espaces préhilbertiens complexes et les espaces hermitiens.
- Maîtriser les relations entre le point de vue géométrique (vecteurs, endomorphismes autoadjoints, automorphismes orthogonaux) et le point de vue matriciel.
- Exploiter les résultats obtenus pour l'étude de problèmes issus de l'algèbre, de l'analyse et la géométrie.

Il convient d'étudier conjointement les espaces vectoriels euclidiens et la géométrie euclidienne du plan et de l'espace et, dans les deux cas, illustrer les notions et les résultats par de nombreuses figures.

### **1. Espaces préhilbertiens réels**

L'objectif est de consolider et approfondir les notions de base abordées en classe de première année : produit scalaire, norme et distance associées, orthogonalité, sous-espaces supplémentaires orthogonaux. Projecteurs, orthogonaux, sommes directes orthogonales.

#### **a) Produit scalaire**

- Orthogonalité

## ***2. Espaces euclidiens***

Ce chapitre est organisé autour de quatre objectifs :

- Consolider l'étude des espaces vectoriels euclidiens (bases orthonormales, automorphismes orthogonaux matrices orthogonales) et de la géométrie euclidienne du plan et l'espace (distances, angles, isométries déplacements, similitudes directes du plan).
- Etudier la projection orthogonale d'un vecteur d'un espace préhilbertien réel (de dimension finie ou non) sur un sous-espace vectoriel de dimension finie.
- Etudier le concept d'adjoint d'un endomorphisme.
- Etudier la réduction des endomorphismes autoadjoints d'un espace vectoriel euclidien et ses applications à la réduction des formes quadratiques sur un tel espace.

### ***a) Bases orthonormales***

- Projections orthogonales
- Adjoint d'un endomorphisme
- Réduction des endomorphismes autoadjoints

## ***3. Espaces préhilbertiens complexes, espaces hermitiens***

L'objectif est triple :

- Etendre au cas du corps des nombres complexes la notion de produit scalaire, de norme associée et de somme directe orthogonale.
- Etendre au cas des espaces vectoriels hermitiens les notions concernant les espaces vectoriels euclidiens : bases orthonormales, projection orthogonale.
- Maîtriser les relations entre le point de vue géométrique et le point de vue matriciel.

### ***a) Espaces préhilbertiens complexes***

Espaces vectoriels hermitiens

### ***Travaux pratiques***

- Exemples de construction et d'emploi de bases orthonormales et de supplémentaires orthogonaux. Orthonormalisation d'une famille libre par la méthode Schmidt.
- Exemples de calcul et d'emploi de la projection orthogonale sur un sous-espace de dimension finie, de la distance à un tel sous-espace.
- Exemples d'étude et d'emploi de suites de polynômes orthogonaux.
- Exemple de réduction d'endomorphismes et de matrices en base orthonormale.
- Exemples de recherche d'une équation réduite d'une conique définie par une équation cartésienne dans un repère orthonormale.
- Description des quadriques usuelles (en dimension 3) définies par une équation cartésienne réduite en repère orthonormale : ellipsoïdes, hyperboloïdes (à une nappe et à deux nappes), paraboloides (elliptiques et hyperboliques), cônes, cylindres (elliptiques, et hyperboliques)

## ***ANALYSE ET GEOMETRIE DIFFERENTIELLE***

Le programme est organisé autour des concepts fondamentaux de suite (ou de série) et de fonction, qui permettent de modéliser le comportement des phénomènes discrets et des phénomènes continus. Les interactions entre le continu et le discret sont mises en valeur. Le programme se place dans le cadre des espaces vectoriels normés de dimension finie. Ce cadre permet notamment de décrire et d'étudier les notions de limite et de continuité. Le programme comporte en outre une introduction à la notion de normes en dimension quelconque.

Cette notion permet notamment de décrire les modes de convergence usuels des suites et des séries de fonctions.

En revanche, l'étude systématique des espaces vectoriels normés n'est pas un objectif du programme.

La maîtrise du calcul différentiel et intégral à une variable et des interventions en géométrie différentielle constitue un objectif essentiel. L'intégration, la représentation des fonctions, notamment par des séries (séries entières, séries de Fourier) et par des intégrales dépendant d'un paramètre, l'approximation des fonctions.

Les équations différentielles (notamment les systèmes linéaires, en relation avec la géométrie différentielle) tiennent une place majeure. Le programme comporte en outre une introduction au calcul différentiel à plusieurs variables (également en interaction étroite avec la géométrie différentielle et l'analyse vectorielle).

Le programme d'analyse combine l'étude des problèmes qualitatifs avec celle de problèmes quantitatifs. Il développe conjointement l'étude globale des suites de fonctions et l'étude de leur comportement local ou asymptotique ; en particulier, il convient de mettre en valeur le caractère local des notions de limite, de continuité, de dérivabilité et de différentiabilité. Enfin, pour l'étude des solutions des équations, le programme associe les problèmes d'existence et d'unicité, les méthodes de calcul exact, les méthodes d'approximation et les algorithmes de mise en œuvre.

En analyse, les majorations et les encadrements jouent un rôle essentiel. Tout au long de l'année, il convient donc de dégager les méthodes usuelles d'obtention de majorations et de minorations : opérations sur les inégalités, emploi de la valeur absolue, du module ou d'une norme, emploi du calcul différentiel et intégral.

Pour comparer des nombres, des suites ou des fonctions, on utilise systématiquement des inégalités larges (qui sont compatibles avec le passage à la limite), en réservant les inégalités strictes aux cas où elles sont indispensables.

En ce qui concerne l'usage des quantificateurs, il convient d'entraîner les étudiants à savoir les employer pour formuler de façon précise certains énoncés et leurs négations. En revanche, il convient d'éviter tout recours systématique aux quantificateurs. A fortiori leur emploi abusif (notamment sous forme d'abréviations dans un texte) est exclu.

Le programme d'analyse et géométrie différentielle comporte l'analyse et l'emploi d'algorithmes numériques relatifs aux suites et aux fonctions, ainsi que l'emploi du logiciel de calcul symbolique et formel.

## ***I. SUITES ET FONCTIONS***

Cette partie est organisée autour de quatre objectifs :

- Etudier les propriétés fondamentales des espaces vectoriels normés de dimension finie, en vue de fournir un cadre cohérent pour l'étude des suites, des séries et des fonctions.
- Etudier le comportement global et asymptotique d'une suite ou d'une fonction.
- Décrire et mettre en œuvre des algorithmes d'approximation d'un nombre à l'aide de suite ou de séries et comparer leurs performances. Cette étude est menée en relation avec celle des suites et de l'algèbre linéaire, et avec les problèmes de mesure des grandeurs géométriques ou physiques.

- Exploiter les résultats de la théorie des fonctions, pour l'étude des problèmes numériques (majorations d'expressions, problèmes d'optimisation, solutions d'équations numériques...).

### ***Normes et distances, suites***

L'objectif est d'introduire les notions de norme sur un espace vectoriel réel ou complexe (de dimension finie ou non) et de suite convergente d'éléments d'un espace vectoriel normé.

### ***Espaces vectoriels normés de dimension finie***

L'objectif de ce chapitre est triple :

- Consolider les propriétés fondamentales des espaces vectoriels normés de dimension finie (équivalence des normes, critère de Cauchy de convergence des suites et des séries, théorème de Bolzano-Weierstrass).
- Etudier le comportement local et asymptotique d'une fonction grâce aux concepts de limite et de continuité.
- Introduire quelques notions élémentaires sur la compacité

L'équivalence des normes montre que de nombreux concepts importants sont indépendants du choix d'une norme : parties bornées, applications bornées, applications lipschitziennes ; parties ouvertes, parties fermées, limite et continuité d'une application, continuité uniforme ; suites convergentes, parties compactes, suites de Cauchy. Par conséquent, pour toutes ces notions, il est légitime de se placer dans le cadre des espaces dimension finie (sans préciser une norme particulière).

En ce qui concerne le comportement global et asymptotique d'une suite, il convient de combiner l'étude des problèmes qualitatifs (monotonie, convergence, divergence) avec celle des problèmes quantitatifs (majorations, encadrements, vitesse de convergence ou de divergence par comparaison aux suites de référence usuelles, accélération de convergence...).

De même, en ce qui concerne le comportement global et local (ou asymptotique) d'une fonction, il convient de combiner l'étude des problèmes qualitatifs (monotonie, existence de zéros, existence d'extremums, existence de limites, continuité, dérivabilité...) avec celle des problèmes quantitatifs (majorations, encadrements, comparaison aux fonctions de référence au voisinage d'un point...).

Les applications étudiées dans ce chapitre sont définies sur une partie  $A$  d'un espace vectoriel normé  $E$  de dimension finie sur  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$  et à valeurs dans un autre  $F$ .

Dans un souci d'unification, une propriété portant sur une fonction  $f$  est dite vraie au voisinage d'un point  $a$  si elle est vraie sur l'intersection de  $A$  avec une boule de centre  $a$  lorsque  $a$  est un point de  $E$  adhérent à  $A$ , avec un intervalle  $]c, +[$  lorsque  $E = \mathbb{R}$  et  $a = +$ , avec un intervalle  $]-, c[$  lorsque  $E = \mathbb{R}$  et  $a = -$ .

### ***Suite d'élément d'un espace vectoriel de dimension finie***

- Topologie d'un espace vectoriel normé de dimension finie
- Etude locale d'une application, continuité
- Continuité des applications linéaires
- Compacité

# Séries

L'objectif de ce chapitre est double :

- Etudier la convergence des séries de nombres réels positifs.
- Etudier les séries absolument convergentes d'éléments d'un espace normé de dimension finie, à partir des résultats obtenus pour les nombres réels positifs.

## *a) Suites et séries*

- Séries de nombres réels positifs
- Séries de nombres réels ou complexes
- Produit de deux séries absolument convergentes
- Sommation des relations de comparaison

## *b) Séries de vecteurs*

## Suites et séries de fonctions

L'objectif de ce chapitre est de définir les modes usuels de convergence ponctuelle des suites et séries de fonctions (convergence simple, convergence uniforme, convergence normale sur tout compact, convergence normale d'une série de fonctions) et d'exploiter ces types de convergence pour étudier la stabilité des propriétés des fonctions par passage à la limite et l'approximation d'une fonction par des fonctions plus simples.

Il convient de souligner que, le plus souvent, la convergence simple ne suffit pas pour assurer la régularité de la limite d'une suite de fonctions. En revanche, l'étude systématique des différents modes de convergence des suites et des séries de fonctions n'est pas un objectif du programme.

Dans ce chapitre, les fonctions considérées sont définies sur une partie  $A$  d'un espace vectoriel normé de dimension finie et à valeurs dans un autre.

## *a) Convergence simple, convergence uniforme, convergence normale*

## *b) Approximation des fonctions d'une variable*

Dans ce paragraphe, les applications considérées sont définies sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  et à valeurs dans un espace vectoriel de dimension finie  $F$ .

## *Travaux pratiques*

- Exemples d'obtention de majoration et de minoration d'expressions réelles ou du module d'expressions complexes ; exemples d'emploi pour l'étude des suites et des fonctions.
- Exemples d'études du comportement global et asymptotique de suites de nombres réels, de nombres complexes.
- Exemples de méthodes d'accélération de convergence.
- Exemples d'étude de suites de nombres réels définies par une relation de récurrence du type et d'emploi d'une telle suite pour l'approximation d'un point fixe  $a$  de  $f$ .
- Exemples d'espaces vectoriels normés de suites et de fonctions ; exemples d'applications linéaires continues ou discontinues. Exemples de calcul et de comparaison de normes.
- Exemples d'étude de séries de nombres réels ou complexes.
- Exemples d'études du comportement asymptotique des restes d'une série convergente, des sommes partielles d'une série divergente.

- Exemples d'obtention et d'emploi d'approximations uniformes de fonctions d'une variable réelle.
- Exemples d'étude de problèmes d'extremum.

## ***FONCTIONS D'UNE VARIABLE REELLE : DERIVATION ET INTEGRATION***

Le programme est organisé autour de quatre objectifs :

- Consolider les acquis de première année concernant la dérivation et l'intégration des fonctions d'une variable réelle à valeurs réelles ou complexes.
- Etendre ces résultats au cas des fonctions d'une variable réelle à valeurs vectorielles.
- Etudier l'intégration et la dérivation des suites et séries de fonctions à valeurs vectorielles.
- Effectuer une étude élémentaire des fonctions définies par des intégrales dépendant d'un paramètre.

Aussi bien pour l'étude locale que pour l'étude globale des fonctions, le programme combine de manière indissociable les outils du calcul différentiel et du calcul intégral.

### ***1. Dérivation des fonctions à valeurs vectorielles***

L'objectif de ce chapitre est double :

- Consolider les acquis de première année concernant la dérivation des fonctions à valeurs réelles ou complexes : dérivation en un point, propriétés globales des fonctions de classe, fonctions convexes.
- Etudier la dérivation des fonctions à valeurs vectorielles.
- Les fonctions étudiées dans ce chapitre sont définies sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  et à valeurs dans un espace vectoriel  $F$  de dimension finie sur  $\mathbb{R}$  ou sur  $\mathbb{C}$ .

#### ***a) Dérivée en un point, fonctions de classe***

#### ***b) Fonctions de classe***

Intégration sur un segment d'une fonction à valeurs vectorielles

L'objectif de ce chapitre est triple :

- Consolider les acquis de première année concernant l'intégration des fonctions à valeurs réelles ou complexes
- Etendre la notion d'intégrale aux fonctions à valeurs vectorielles continues par morceaux sur un segment.
- Etudier l'intégration sur un segment des suites et séries de fonctions continues ; introduire les convergences en moyenne et en moyenne quadratique et les comparer à la convergence uniforme.

Le programme se limite à l'intégration des fonctions continues par morceaux sur un segment  $J = [a, b]$  à valeurs dans un espace vectoriel  $F$  de dimension finie sur  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ . La notion de fonction intégrable au sens de Riemann est hors programme.

#### ***a) Intégrale d'une fonction continue par morceaux***

- Intégration sur un segment des suites de fonctions continues

## **Dérivation et intégration**

L'objectif de ce chapitre est triple :

- Etendre aux fonctions vectorielles le théorème fondamental du calcul différentiel et

intégral, et exploiter ce théorème pour l'étude globale des fonctions de classe (théorème des accroissements finis) et pour les fonctions de classe (formules de Taylor).

- Etudier la primitivation des suites et séries de fonction et appliquer les résultats obtenus pour leur dérivation.
- Effectuer une étude élémentaire des fonctions définies par des intégrales dépendant d'un paramètre.

Les fonctions étudiées dans ce chapitre sont définies sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  et à valeurs dans un espace vectoriel de dimension finie  $F$  sur  $\mathbb{R}$  ou sur  $\mathbb{C}$ .

#### ***a) Primitives et intégrale d'une fonction continue***

- Etude globale des fonctions de classe
- Formules de Taylor
- Suites et séries de fonctions de classe
- Intégrales dépendant d'un paramètre

### **Intégration sur un intervalle quelconque**

Ce chapitre est organisé autour de quatre objectifs :

- Etudier l'intégrabilité d'une fonction continue par morceaux sur un intervalle, d'abord dans le cas des fonctions positives, puis dans le cas des fonctions à valeurs réelles ou complexes.
- Etudier les suites et séries de fonctions intégrables, grâce aux théorèmes de convergence monotone et de convergence dominée qui constituent des outils puissants.
- Appliquer les résultats obtenus à l'étude des fonctions définies par une intégrale dépendant d'un paramètre.
- Exploiter la représentation des fonctions par des séries et des intégrales, en relation avec les autres disciplines scientifiques.

Le programme se limite à l'intégration des fonctions continue par morceaux sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  à valeurs réelles ou complexes. La notion de fonction de fonction intégrable au sens de Lebesgue est hors programme.

#### ***a) Fonctions intégrables à valeurs positives***

- Fonctions intégrables à valeurs complexes
- Comparaison d'une série à une intégrale
- Convergence en moyenne, en moyenne quadratique
- Théorème de convergence monotone, de convergence dominée
- Intégrales dépendant d'un paramètre

### **Courbes d'un espace vectoriel normé de dimension finie**

L'objectif de ce chapitre est double :

- Consolider l'étude de courbes planes abordée en première année, tant du point de vue affine (étude locale et asymptotique) que métrique (abscisse curviligne, repère de Frenet, courbure). Aucune connaissance sur l'expression de la courbure en coordonnées

cartésiennes et en coordonnées polaires n'est exigible des étudiants.

- Exploiter les résultats obtenus sur les fonctions à valeurs vectorielles pour l'étude cinématique et géométrique des courbes d'un espace vectoriel  $F$  de dimension finie. Dans l'espace de dimension 3, le repère de Frenet, la courbure, et la torsion sont hors programme ; il en est de même pour la cinématique du solide dans le plan ou dans l'espace.

La démarche du programme est de partir du point de vue cinématique (donnée d'un paramétrage) et d'introduire ensuite la notion de propriété géométrique en étudiant l'effet d'un changement de paramétrage.

Dans ce chapitre, on considère des fonctions  $f$  à valeur dans un espace vectoriel normé  $F$  de dimension finie de classe sur un intervalle  $I$ , où  $1 \leq k$ .

### ***a) Courbes paramétrées***

- Etude locale d'un arc orienté de classe
- Etude métrique d'un arc orienté

### ***Travaux pratiques***

- Exemple d'emploi du calcul différentiel et intégral pour l'étude globale des fonctions.
- Exemples de méthodes de calcul de valeurs approchées d'intégrales et de comparaison de leurs performances.
- Exemples d'étude d'intégrabilité d'une fonction.
- Exemple d'étude du comportement asymptotique au voisinage de d'une primitive d'une fonction continue sur  $I$ .
- Exemples d'utilisations de la comparaison d'une série à une intégrale.
- Exemples d'étude d'une fonction définie comme limite d'une suite de fonctions ou comme somme d'une série de fonctions (continuité, dérivation, intégration...).
- Exemples d'étude d'une fonction définie par une intégrale dépendant d'un paramètre (transformation de Fourier, transformation de Laplace, intégrales eulériennes...).
- Exemples d'étude de courbes paramétrées du plan ou de l'espace et d'emploi de paramétrage d'ensemble du plan ou de l'espace définis par des conditions géométriques.
- Exemples d'emploi d'une base orthonormale mobile pour le calcul de la dérivée d'une fonction vectorielle.
- Exemples d'étude des propriétés métriques de courbes planes (longueur d'un arc, repère de Frenet, courbure).
- Exemples de recherche de courbes planes définies par une condition différentielle.

## ***SERIES ENTIERES, SERIES DE FOURIER***

Cette partie est organisée autour de quatre objectifs :

- Etudier les propriétés élémentaires des séries entières et des séries de Fourier.
- Exploiter la représentation des fonctions par des séries entières ou des séries de Fourier pour l'étude de fonctions définies comme solution d'une équation, en relation avec l'enseignement des autres disciplines scientifiques.

### ***1. Séries entières***

L'objectif de ce chapitre est double :

- Etudier la convergence d'une série entière et les propriétés de sa somme grâce au concept fondamental de rayon de convergence.

- Introduire la notion de développement d'une fonction en série de Taylor, notamment pour le développement en série entière des fonctions élémentaires.

En ce qui concerne le développement de  $z$  réel et  $z$  complexe, il s'agit d'établir que cette fonction déjà étudiée en première année, est aussi égale à  $e^z$ , définie à partir de l'exponentielle d'un nombre complexe.

Les coefficients des séries entières considérées dans ce paragraphe sont réels ou complexes.

#### ***a) Rayon de convergence d'une série entière***

- Série entière d'une variable réelle

### **Séries de Fourier**

L'objectif de ce chapitre est triple :

- Etudier les coefficients de Fourier d'une fonction  $f$  périodique, et notamment leur comportement asymptotique en fonction de la régularité de  $f$ .
- Etudier la convergence en moyenne quadratique des sommes partielles de la série de Fourier de  $f$  en utilisant la structure d'espace préhilbertien.
- Etudier la convergence ponctuelle des sommes partielles : convergence normale, théorème de Dirichlet.

Il convient d'exploiter l'interprétation en terme d'analyse harmonique des signaux périodiques.

Dans ce chapitre, toutes les fonctions considérées sont à valeurs complexes, périodiques et continue par morceaux sur  $\mathbb{R}$ . Le cas des fonctions périodiques s'y ramène par changement de variable.

#### ***a) Coefficients de Fourier***

- Convergence en moyenne quadratique
- Convergence ponctuelle

#### ***Travaux pratiques***

- Exemples de recherche et d'emploi de développement en séries entières ou en séries de Fourier de fonctions d'une variable réelle ; exemples d'utilisation de tels développements pour l'approximation d'une fonction.

## ***EQUATIONS DIFFERENTIELLES***

L'objectif de cette partie est d'étudier les systèmes différentiels linéaires et les équations différentielles linéaires scalaires d'ordre 1 ou 2.

Il convient de relier cette étude à l'enseignement des autres disciplines scientifiques (systèmes mécaniques ou électriques gouvernés par une loi d'évolution et une condition initiale, traitement du signal). Il convient d'étudier le comportement du signal de sortie associé à différents types de signaux d'entrée et de dégager la signification de certains paramètres ou comportements : stabilité, régime permanent, oscillation, amortissement, fréquences propres, résonance. On peut alors être amené à étendre la notion de solution (fonction ou par morceaux sur)

### **1. Equations différentielles linéaires**

L'objectif de ce chapitre est triple :

- Etudier les équations linéaires d'ordre 1 à valeurs vectorielles et leurs traductions en termes de systèmes d'équations différentielles linéaires scalaires d'ordres 1.
- Etudier le cas particulier d'une équation linéaire à coefficients constants en relation avec l'exponentielle d'une matrice et avec la réduction des endomorphismes.
- Etudier le cas particulier des équations linéaires scalaires d'ordre 1 ou 2.

Les applications considérées dans cette partie sont définies sur un intervalle  $I$  de  $\mathbb{R}$  et à valeurs dans un espace vectoriel normé de dimension finie sur  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ .

#### **a) Equations linéaires d'ordre 1**

- Equations linéaires à coefficients constants
- Equations linéaires scalaires d'ordre 1 ou 2

#### **Travaux pratiques**

- Pratique de la résolution de l'équation où  $A$  est une matrice à éléments réels ou complexes (par réduction à la forme diagonale ou triangulaire).
- Exemples d'étude de solutions d'équations différentielles linéaires d'ordre 1 ou 2.
- Exemples de résolution d'équations non linéaires (équations associées à une forme différentielle exacte, d'équations à variables séparables).

## **FONCTIONS DE PLUSIEURS VARIABLES REELLES**

L'objectif de cette partie est triple :

- Consolider les acquis de première année : calcul différentiel et intégral portant sur les fonctions numériques de deux variables réelles.
- Etendre les notions de base du calcul différentiel et intégral aux applications continûment différentiables sur un ouvert de  $E$  et à valeurs dans  $F$ , où  $E$  et  $F$  sont deux espaces vectoriels de dimensions finies, en relation avec la géométrie différentielle et l'analyse vectorielle.
- Effectuer une étude élémentaire des formes différentielles de degré 1 (intégrale curviligne, primitives) en relation avec l'étude des champs de vecteurs, la mécanique et la physique.

### **1. Calcul différentiel**

L'objectif essentiel est d'étudier quelques notions de base : différentielle en un point, dérivée selon un vecteur, dérivées partielles, fonctions continûment différentiables, difféomorphisme, gradient, points critiques, dérivées partielles d'ordre supérieur.

Les applications  $f$  considérées dans ce chapitre sont définies sur un ouvert  $U$  de  $E$  et à valeurs dans  $F$ , où pour la pratique, le programme se limite au cas où  $\dim E = \dim F$  et où  $f$  est de classe  $C^1$ . En particulier, l'étude des fonctions différentiables et non de classe  $C^1$  est hors programme.

Pour l'étude d'une fonction  $f$  de plusieurs variables, il convient de mettre en valeur le fait que la plupart des problèmes peuvent se ramener au problème correspondant pour une fonction d'une variable en paramétrant le segment  $[0, 1]$ , ce qui permet d'écrire où, pour tout  $t \in [0, 1]$ ,

#### **a) Applications continûment différentiables**

- Fonctions numériques continûment différentiables
- Dérivées partielles d'ordre  $k \leq 2$
- Coordonnées polaires
- Notions sur les courbes et surfaces

## Calcul intégral

L'objectif de ce chapitre est double :

- Consolider les acquis de première année concernant les intégrales doubles à travers la pratique des problèmes.
- Effectuer une étude élémentaire des formes différentielles de degré 1.

En vue de l'enseignement des autres disciplines scientifiques, il convient d'effectuer une brève extension du calcul intégral aux intégrales triples mais, en mathématiques, aucune connaissance sur ce point n'est pas exigible des étudiants.

### 1. Intégrales doubles

Aucune difficulté théorique ne doit être soulevée sur les notions introduites dans ce paragraphe.

#### a) Intégrales curvilignes

#### Travaux pratiques

- Exemples d'emploi de coordonnées polaires, cylindriques ou sphériques.
- Exemples d'étude de transformations du plan de la forme  $(x, y) \rightarrow (u, v)$ .
- Exemples de recherche d'extremums locaux ou globaux.
- Exemples de recherche de solutions d'équation aux dérivées partielles par séparation ou changement de variables.
- Exemples de calculs d'intégrales curvilignes et de recherche d'une primitive d'une forme différentielle.
- Exemples de calculs d'intégrales doubles, d'aires et de volumes.
- Exemples de représentation d'une surface à l'aide d'une famille de sections planes.

## PHYSIQUE - PROGRAMMES DETAILLES - 2ème Année

### ELECTROMAGNETISME

#### 1) COMPLEMENTS D'ELECTROSTATIQUE :

Formulation locale des lois de l'électrostatique pour le champ et pour le potentiel.  
 Conducteur en équilibre électrostatique.  
 Condensateur. Condensateur plan idéal.  
 Energie et densité d'énergie électrostatique

#### 2) COMPLEMENTS DE MAGNETOSTATIQUE:

Densités de courant et loi d'ohm locale.  
 Formulation locale des lois de la magnétostatique. Potentiel vecteur  $A$ .  
 Travail des forces de Laplace sur un circuit indéformable.

Dipôle magnétique.  
Action d'un champ non uniforme sur un dipôle.

### **3)INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE :**

Loi de Faraday. Auto-induction.  
Induction mutuelle entre deux circuits uniquement.  
Energie et densité d'énergie magnétostatique

## ***EQUATIONS DE MAXWELL***

L'étude des transformations des champs E et B dans le cadre de la relativité est exclue mais l'on notera les contradictions auxquelles peuvent conduire l'emploi simultané de l'électromagnétisme de Maxwell et de la mécanique de Newton .  
Formulation locale du principe de conservation de la charge . Cas L'ARQS .

Forme locale et forme intégrale des équations de Maxwell . Cas de l'ARQS .

Existence des potentiels ( A,V) .  
Jauge de Lorentz . Cas de l'ARQS .

Relations entre les composantes du champ électromagnétique de part et d'autre d'une interface .

## ***ENERGIE ELECTROMAGNETIQUE***

Expression de la densité d'énergie électromagnétique . Vecteur de Poynting .  
Puissance volumique cédée par le champ à la matière .Cas particulier d'un milieu ohmique .

## ***PROPAGATION ET RAYONNEMENT***

Equations de propagation des champs dans une région vide de charges et de courants .  
Structure de l'onde plane progressive . Cas particulier de l'onde monochromatique .  
Etats de polarisation d'une onde plane monochromatique .

Réflexion à l'incidence normale d'une onde progressive, monochromatique et plane sur un conducteur parfait .

Propagation guidée entre deux plans conducteurs parfaits parallèles . Vitesse de groupe .  
Application : guide d'onde infini à section rectangulaire .

Structure à grande distance du champ d'un dipôle oscillant électrique et (ou) magnétique  
Puissance rayonnée .

## ***ELECTRODYNAMIQUE***

La majeure partie de l'enseignement de l'électronique sera fait dans le cadre des T.P

Composition en fréquence d'un signal périodique . Valeur moyenne, fondamental et harmoniques . Utilisation de la fonction de transfert .  
Effet d'un filtre de premier ou de deuxième ordre . passe-bas, passe-haut, passe-bande .

## ***OPTIQUE PHYSIQUE***

On se limite à l'approximation où une description par des ondes scalaires est suffisante .  
Toute étude générale de la cohérence est exclue .

Notion de chemin optique . Stigmatisme .  
Interférences non localisées de deux ondes cohérentes .  
Interférences à deux ondes localisées (lame mince, coin d'air ) .  
Effet de l'élargissement de la fente source sur la visibilité des franges ( facteur de visibilité) .

Le principe de Huygens-Fresnel  
Diffraction à l'infini d'une onde plane par une ouverture plane . Cas d'une ouverture rectangulaire , limite de la fente allongée .

Réseaux plans . Pouvoir de résolution théorique .

## ***THERMODYNAMIQUE***

On illustre la notion de bilan d'énergie sur des modélisations excluant les problèmes multidimensionnels et l'étude détaillée de la dépendance en longueur d'onde .  
Les systèmes ouverts sont hors programme .

Premier principe et second principe appliqués à un système en régime permanent ( dit aussi stationnaire ) .

Présentation et phénoménologie des modes de transfert thermique d'énergie: conduction, convection et rayonnement .

Définition des flux thermiques associés  $F$  .  
Conductivité thermique  $l$  et coefficient de transmission thermique de surface  $h$  .  
Interprétation physique du coefficient  $h$  .  
Milieux transparent, opaque. Notions qualitatives d'absorption de réflexion de transmission et d'émission de rayonnement

Rayonnement d'équilibre. Loi de Planck Loi de Stéfán. Loi de Wien du déplacement . Flux total correspondant . Etendue spectrale d'une source à l'équilibre .

Corps noir, défini comme un matériau absorbeur intégral . Flux émis par un corps noir isotherme, flux radiatif à la paroi d'un corps noir isotherme, flux radiatif à la paroi d'un corps noir isotherme convexe recevant un rayonnement d'équilibre ou un flux connu .

## ***TRAVAUX PRATIQUES***

Les étudiants ne sont pas censés connaître des méthodes et des appareils autres que ceux figurant dans la liste ci-dessous . En ce qui concerne ces appareils , on ne peut exiger qu'ils ne connaissent plus que leur principe sommaire de fonctionnement .

Si les étudiants sont appelés à utiliser d'autres appareils, toutes les indications nécessaires doivent leur être fournies .

Par l'importance donnée aux travaux pratiques , on souhaite , en particulier , continuer à améliorer dans l'esprit des étudiants la relation qu'ils ont à faire entre le cours et les TP et leur donner le goût des sciences expérimentales , même s'il n'en découvrent, à cette stade, que quelques unes des méthodes .

L'utilisation d'une instrumentation actuelle remplace l'ensemble de l'instrumentation ancienne aujourd'hui désuète .

Un oscilloscope à mémoire numérique calibré en tension, fréquence , phase, mesurant temps de montée, période etc...., permettant les calculs de valeur moyenne , efficace etc... remplace la table traçante , le fréquencemètre .

Un multimètre numérique à grande impédance d'entrée effectuant les mesures en valeur moyenne ou efficace remplace les ampèremètres, voltmètres magnétoélectriques ou ferromagnétiques.

## ***LISTE DE THEMES ET METHODES***

Réalisation et caractérisation d'opérateurs linéaires tels que : comparateurs, filtre de premier ou deuxième ordre, passe-bas , passe-haut, passe bande, déviateur , intégrateur .

Composition en fréquence d'un signal périodique .

Expériences simples d'interférences à deux ondes .

Mesure de longueurs d'onde en optique .

Réseaux optiques, spectroscopie à prisme et à réseau

Polarisation loi de Malus,, effet des lames à retard

Mesure d'une conductivité thermique .

Loi de Stéphan .

## ***MATERIELS ET LOGICIELS EMPLOYES***

- Carte d'acquisition et logiciels de traitement informatique de données expérimentales .

- Logiciel étudiant les filtres .

- Filtres du premier et du deuxième ordre .

- Carte d'acquisition et logiciels de transformée de Fourier .

- Spectroscopie à réseaux .

- Source micro-onde ,guide d'onde

## PROGRAMME DETAILLE DE CHIMIE - 2ème Année

### Charge horaire 2 H /semaine

Cours : 1 H - T.D : 0 h 30 - T.P. : 0 h 30

Horaire réservé THERMODYNAMIQUE = 18 Heures soit 12 semaines (1 H de cours ; 0H30 T.D).

Horaire réservé MATERIAUX INORGANIQUES = 13 heures 30 mn soit 9 semaines (1 h cours ; 0h 30 mn de T.D).

Horaire réservé MATERIAUX METALLIQUES = 7 heures 30 mn soit 5 semaines ( 1 h cours ; 0 H 30 T.D).

### ***THERMODYNAMIQUE***

**Horaire réservé : 18 Heures Soit 12 Semaines ( 1 H de cours + 0H 30 de T.D)**

#### ***1- Notion de potentiel chimique :***

a- Définition du potentiel chimique :

Expression de l'enthalpie libre en fonction des potentiels chimiques .Relation de Gibbs - Duhem.

b - Expression du potentiel chimique :

- Cas d'un gaz parfait en mélange idéal.
- Cas d'un constituant d'un mélange condensé idéal
- Cas d'un constituant soluté d'une solution diluée idéale.
- Etat standard .
- Notion d'activité chimique
- Loi de Raoult . (la loi sera démontrée en utilisant les potentiels chimiques).

#### ***2- Equilibre chimique en système fermé :***

a - Affinité chimique :

Définition , critères thermodynamiques d'évolution d'un système.

b - Présentation de la loi d'action de masse à partir des activités chimiques.

On prendra l'exemple d'un équilibre chimique hétérogène (exemple = grillage de la blende pour l'obtention de ZnO).

c - Définition de la constante d'équilibre thermodynamique  $K^\circ$ .

d - Expression de l'affinité chimique en fonction de la constante d'équilibre thermodynamique.

e - Variation de la constante d'équilibre avec la température : relation de Vant'Hoff.

f - Lois de déplacements des équilibres : influence de la température, de la pression , de l'introduction d'un constituant chimiquement actif et d'un constituant chimiquement inactif.

g - Variance . Facteurs d'équilibre (Température , pression , fraction molaire).

#### ***3 - Equilibres de phases :***

a - Diagramme d'état d'un corps pur.

Le diagramme d'un corps pur sera étudié brièvement On établira les équations  $P = f(t)$  relatives aux équilibres de vaporisation et de sublimation et on expliquera la signification du

point triple et du point critique. On prendra comme exemples l'eau et CO<sub>2</sub>.

b - Equilibres de phases liquide-vapeur dans le cas des mélanges binaires.

On étudiera les diagrammes isotherme et isobare dans le cas d'une miscibilité totale à l'état liquide. On établira le diagramme isotherme dans le cas d'un mélange idéal et on citera les exemples de diagrammes avec azéotropes ( D H mélange positif et négatif). On présentera les diagrammes isobares avec ou sans azéotropes.

c - Systèmes binaires liquide -liquide

On citera les cas des miscibilités totale, nulle ou partielle. Trois exemples seront donnés dans ce dernier cas (eau-isobutanol , eau -triéthylamine , eau - nicotine).

Travaux pratiques = le diagramme eau - phénol sera étudié à cette occasion . On établira la règle des moments chimiques et on l'appliquera.

d - Interférences des diagrammes liquide-liquide et liquide-vapeur.

## ***MATERIAUX INORGANIQUES***

**Horaire réservé : 13 Heures 30 mn Soit 9 Semaines ( 1 H de cours + 0H 30 de T.D)**

### **1- Architecture de la matière condensée :**

#### ***a - L'état solide cristallin .***

Du désordre à l'ordre : les liquides , les composés amorphes (verres) et les cristaux.  
Propriétés générales des cristaux (tenue mécanique , texture, symétrie...).

#### ***b - Interprétation de la cohésion des cristaux.***

On présentera les différents types de liaisons responsables de la cohésion des cristaux = liaisons métalliques, covalente et ionique ainsi que les liaisons intermoléculaires (liaison de Van Der Waals et liaison hydrogène).

On donnera l'exemple du carbone graphite et on insistera sur son caractère intermédiaire et sur ses propriétés spécifiques.

#### ***c - Définitions élémentaires de la structure cristalline.***

On insistera sur la propriété essentielle de la structure cristalline : la symétrie . On présentera les principales opérations de symétrie illustrées par des exemples de molécules. On présentera les notions fondamentales de la structure cristalline : les noeuds , les rangées et les plans réticulaires (indices de Miller).

On introduira les systèmes et les réseaux cristallins les notions de motifs et de mailles.  
Remarque : la connaissance des quatorze réseaux de Bravais n'est pas exigible.

#### ***Travaux pratiques :***

a - On reviendra sur les familles de plans réticulaires et sur les paramètres définissant chaque famille réticulaire - les indices de Miller (h h l) et la distance interréticulaire  $d_{hkl}$  .  
On établira cette relation dans le cas d'un système cristallin cubique et on donnera son expression dans le cas des systèmes quadratique, hexagonal et orthorhombique.

b - In teractions R.X. - Matière cristallisée :

On présentera la diffraction des rayons X par les plans réticulaires de manière analogue au phénomène d'interférences des ondes lumineuses sur un système des fentes équidistantes. La relation de Bragg sera établie.

On montrera la relation qui existe entre la distance séparant la raie de diffraction de la tâche

centrale et la distance interréticulaire. On pourra ainsi retrouver le type de structure cristalline (application dans le cas du système-cubique).

***d - Assemblages métalliques .***

- Assemblages compacts de sphères identiques

On étudiera les deux types de réseaux de densité maximale : le réseau hexagonal compact (assemblage de type ABABAB....) et le réseau cubique compact ou à faces centrées (assemblage de type ABC ABC ...). Calcul des paramètres de la maille cristalline en fonction du rayon de la sphère.

- Assemblage pseudo-compact.

- L'espace interstitiel

- Différentes hypothèses relatives à la formation de cristaux ioniques de type CA (Cn , An- )

- Description de divers types de structures ioniques cubiques :

## **MATERIAUX METALLIQUES**

**Horaire réservé : 7 Heures 30 mn Soit 5 Semaines (1 H de cours + 0H 30 de T.D)**

*a - Construction et utilisation des diagrammes d'Ellingham*

*b - Construction et utilisation des diagrammes potentiel - p H.*

Il s'agit de montrer l'importance du pH dans certaines réactions d'oxydo-réduction , d'où l'expression du potentiel d'électrode d'un couple Ox/Red en fonction du pH. Allure générale du diagramme E-pH et zone de prédominance de chaque espèce.

***Travaux pratiques :***

\* Il s'agit de montrer la relation entre la demi-réaction qui a lieu au niveau d'une électrode et le potentiel de cette électrode ( équation de Nernst).

\* On prendra comme exemples les diagrammes potentiel -pH du zinc , du fer et de l'eau (H<sub>2</sub>O / H<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O)

\* Il s'agit de prévoir les réactions thermo-dynamiquement possibles entre l'eau et le fer d'une part et entre une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène et le fer d'autre part.

\* Utilisation du zinc pour la protection contre la corrosion du fer. On étudiera les aspects thermodynamique (diagramme E-pH) , cinétique (courbe intensité potentiel) ainsi que les diverses applications : galvanisation , anodes sacrificielles, électrozinguage.

**PROGRAMME DETAILLE DES TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE - 2ème Année**

**Horaire réservé : 0 H 30 / Semaine - Total : 4 séances soit 12 heures**

***1 - Interactions rayons - matière cristallisée . Cristallographie.***

*2 - Construction et exploitation du diagramme isobare liquide - liquide du système eau - phénol.*

*3 - Construction et exploitation des diagrammes d'Ellingham.*

*4 - Construction et exploitation des diagrammes potentiel - pH*

## **INFORMATIQUE - PROGRAMMES DETAILLES - 2ème Année**

### **PROGRAMMATION MAPLE**

- Rappel des principes de base de Maple,
- Etude des procédures,

### **APPLICATIONS**

- Mathématiques : étude de fonctions, fonctions complexes, développements limités, calcul matriciel ...
- Physique : oscillateurs ...
- Chimie : cinétique, dosage ...

### **INFORMATIQUE APPLIQUEE**

- Utilisation des outils informatiques en mathématiques, physique, chimie et mécanique générale.

## **ANGLAIS - PROGRAMMES DETAILLES - 2ème Année**

### ***L-READING SKILL***

Les mêmes objectifs qu'en 1ère année. Cependant, il est nécessaire de traiter des textes du type argumentatif qui servent de base pour la discussion pour développer les compétences d'argumentation chez l'étudiant pour qu'il puisse exprimer ses points de vue sur les sujets et problèmes d'actualité. A éviter cependant les sujets de type idéologique ou politique.

#### **A/ Topics (related to scientific English)**

##### ***a) Technological progress***

- Des textes traitant de technologic/scientific progress ( recent discoveries and inventions)
- Scientific Surveys

##### ***b) Des thèmes à thèse : Controversial issues***

- Gene manipulation, cloning Yes or No ?
- Animal experimentation Yes or No ?
- Space exploration Yes or No ?
- Organ donation Yes or No ? etc.

**B) - Topics (related to general English),**

- World concerns (wars, famine, diseases etc.)
- The world of work and business (economy, inflation, unemployment etc.)
- The world of leisure and sports..
- Social life : Sociological changes etc.

**C) - Méthodologie - En plus des reading strategies en 1ère Année, on peut ajouter les stratégies suivantes**

- Understanding writer's style
- Evaluating the text/Distinction between a statement of fact and an expression of the writer's opinion etc.)
- Reacting to the text (the reader's attitude)
- Understanding text organisation
- Summarizing

**II - WRITING SKILL**

*Objectifs* : doter l'étudiant des stratégies et des compétences d'argumentation pour qu'il puisse exprimer son point de vue sur telle ou telle question ou problème. Il s'agit de développer davantage le côté productif de l'élève.

*Methodologie* : A développer les fonctions de langue suivantes en choisissant comme support des textes qui incorporent de telles fonctions.

**A - Fonctions de langue**

- Expressing advantages and disadvantages
- Expressing opinions
- Arguing
- Giving reasons and explanations
- Expressing recommendations
- Expressing reservations (yes but...)
- Hypothesizing
- Drawing conclusions etc.

**B - Writing strategies**

Au cours de la 2ème année l'élève devrait être capable de produire lui-même des compositions plus ou moins contrôlées sur tel ou tel sujet débattu en classe. Donc il faut suivre la démarche suivante = Reading - speaking - writing (à partir des notes prises lors des discussions, débats ou bien à partir d'un plan détaillé " an outlining "

Ces stratégies doivent amener l'élève à produire plus tard dans l'année une composition libre ( free writing ) à partir de quelques directives pour le bien orienter

**TRADUCTION : 1ere ANNEE et 2eme ANNEE**

**Objectifs :** Il s'agit simplement d'une initiation à la traduction  
C'est un moyen efficace de consolidation du lexique et des structures grammaticales( voir liste ci-dessous)

**Méthodologie :** Il faut l'incorporer à la séance d'explication de textes(Reading compréhension) en tant que " follow -up activity "

**Stratégies :**

- Thème ( du français vers l'anglais)
- Version ( de l'anglais vers le français)

Au niveau de la 1ère Année, c'est plutôt de la traduction au niveau de la phrase.  
Alors qu'en 2ème Année, c'est de la traduction au niveau du paragraphe (de 3 à 4 lignes)

### **LISTE DES STRUCTURES GRAMMATICALES**

- Modals (can, must, might, may, should, could, ought to , 'd rather - 'd better etc,
- Prepositions
- Tenses and sequencing
- The passive form (simple and complex = with verbs refer, consider, report, say, believe, think etc.)
- Compound nouns and compound adjectives
- ED and ING Forms
- Comparisons (equality, comparatives, superlatives, comparison of scale, parallel comparatives, comparison of gradual increase)
- Too and enough, both, either, neither, so etc
- Word formation= affixes = prefixes and suffixes
- Phrasal verbs
- linkers = contrast, addition, sequence, consequence etc.

## **FRANCAIS - PROGRAMMES DETAILLES - 2ème Année**

### **OBJECTIFS**

Donner un sens à l'apprentissage du Français, tel est notre projet.

Pour ce faire, nous avons sélectionné, hiérarchisé et orienté les éléments du programme en vigueur dont nous reconduisons l'essentiel, et ce, en fonction du niveau des étudiants.

Les membres de la commission sont unanimes sur les objectifs terminaux qui semblent les plus importants pour les étudiants des Instituts Préparatoires à savoir :

- Consolider les acquis antérieurs ;
- Comblent les lacunes linguistiques ;
- Développer le niveau de l'expression écrite et orale ;
- S'ouvrir sur la culture universelle et particulièrement, sur la civilisation et la littérature françaises ;
- Développer le sens critique, la compétence argumentative et l'esprit d'analyse et de synthèse.

Ce travail préliminaire nous a semblé non seulement opportun mais aussi nécessaire pour :

- 1 - Clarifier et préciser les objectifs à atteindre.
- 2 - Programmer des tâches et des activités diverses favorisant la réalisation de ces objectifs.
- 3 - Concevoir des procédures d'évaluation destinées à apprécier le degré de maîtrise des savoirs et des savoir-faire acquis.
- 4 - Associer autant que possible les apprenants à leur propre formation.

Enfin, comme nous considérons que l'apprentissage de la langue se fait dans un va-et-vient entre l'oral et l'écrit, l'observation et la production et que, finalement la production écrite est l'aboutissement de nos activités en classe, le présent rapport sera présenté en trois parties : lecture, langue et production écrite.

Une quatrième partie, non moins importante, sera consacrée à l'évaluation.

Nous passerons en revue - à l'intérieur de chaque rubrique - les différents points relatifs aux deux niveaux du cycle préparatoire.

## **LECTURE**

La séance de lecture s'articule autour de deux objectifs principaux:

### **A- Objectif Culturel : (Thématique)**

Consistant à doter l'apprenant d'un savoir encyclopédique favorisant l'ouverture à la culture universelle et la réflexion sur les problèmes et les phénomènes de notre temps.

### **B- Objectif méthodologique: (ou compétence textuelle)**

Consistant à initier l'apprenant à lire méthodiquement : savoir lire et comprendre, savoir poser les questions et savoir élaborer une grille de lecture : Indices énonciatifs, modalisation, indices lexicaux et indices organisationnels (circuit argumentatif).

En 1ère Année, l'accent sera mis sur la démarche, les méthodes et moyens utilisés pour lire et interpréter (construire du sens), ce qui permettra de consolider les acquis du secondaire et de préparer progressivement les étudiants au concours.

Pour ce faire, l'enseignant doit varier les activités mettant en oeuvre les différents types de textes et initier les apprenants à :

- Identifier le genre et le type d'un texte ;
- Repérer les indices textuels appropriés.
- Repérer les effets de style et identifier leur fonction.
- Choisir dans les textes littéraires authentiques des passages qui traitent des rapports de l'homme et la machine, des conditions du travail, de la science- fiction, etc...

Il serait judicieux de choisir des textes d'écrivains classiques et contemporains, mais aussi de savants, d'économistes, de sociologues et de philosophes de notre temps.

Au terme de la 1ère Année, l'enseignant, ayant sensibilisé ses étudiants à la typologie textuelle, s'emploiera à privilégier le texte argumentatif qui fera l'objet d'une manipulation systématique jusqu'à la fin de la 2ème Année, car pour toute évaluation (Essai ou Résumé) ces derniers sont amenés à produire un texte argumentatif.

Donc, l'activité de lecture, en 2ème Année, consistera à reconduire et à consolider les pré-requis de la 1ère Année, tout en visant la maîtrise de la technique de l'argumentation.

Ainsi, des textes argumentatifs et de caractère civilisationnel et scientifique seront mêlés à des textes littéraires représentatifs des différents types, genres et courants ou tout simplement choisis pour leur valeur esthétique.

Toutefois, il faut bien s'entendre sur le choix des thèmes et des centres d'intérêt dans les différents Instituts.

Ces thèmes doivent être actuels, motivants et se rapporter pour la plupart aux domaines scientifique, technique et culturel sans pour autant négliger le texte littéraire car une culture littéraire et artistique ne sera pas inutile à de futurs ingénieurs.

Les thèmes retenus par les membres de la commission sont :

### ***2ème Année:***

\*Les révolutions techniques (mécanisation, informatique)

\*La mondialisation et l'identité culturelle.

\*L'espace.

\*Progrès Scientifique et éthique.

\*L'énergie

\*Les jeunes et le travail

\*La solidarité internationale

\*L'intolérance

\*Textes littéraires représentatifs des courants.

## **LANGUE**

Il s'agit non seulement de consolider les acquis des apprenants, mais aussi de les amener à un usage " conscient et raisonné " de la langue (conçue avant tout comme un moyen au service des activités de lecture et de production) afin qu'ils puissent identifier et comprendre les mécanismes linguistiques de base mis en oeuvre dans un texte (énonciation, champs lexicaux, réseaux sémantiques, organisation).

En outre, cette compétence linguistique permettra à l'étudiant de se prendre en charge quant à la correction phonétique, lexicale, morpho-syntaxique, etc...

-Pour ce qui est de la consolidation des acquis : de petites mises au point ponctuées de quelques exercices d'application suffisent (Evaluation diagnostique et formative: régulation et remédiation).

-Pour ce qui est de la compétence linguistique: Il est préférable d'introduire dès la 1ère Année, l'étude de la phrase complexe et des rapports logiques, indispensables pour reconnaître et produire un texte argumentatif.

A ce titre, des exercices de transformation et de réduction mettant en évidence le passage de la phrase simple à la phrase complexe et vice-versa contribueront, dans une large mesure à la maîtrise de la technique du résumé en fournissant à l'étudiant les moyens lexicaux et grammaticaux appropriés.

La rectitude linguistique, étant une exigence, l'enseignant définira également le contenu de la séance de langue en fonction des difficultés et des besoins de ses étudiants.

### ***1ère Année :***

#### **1) Grammaire :**

-Les constituants de la phrase: GN, GV, (G.Prép.)

-Les pronoms personnels, relatifs, indéfinis, etc...

-Le verbe: classement, construction, valeurs modales, valeurs temporelles.

-La concordance des temps

-La ponctuation

-Les rapports logiques (cause, conséquence, but, concession, hypothèse, comparaison) dans la phrase simple et dans la phrase complexe.

-Le discours rapporté.

## 2) Orthographe :

-Accord du nom et de l'adjectif en genre et en nombre

-Accord du participe passé.

-Ne pas confondre:

\*Quand / quant à / qu'en

\*Plutôt / plus tôt

\*Tout / tous, ex. : tout le monde, tout à fait, tout émue, toute honteuse.

\*Quel / quelle / qu'elle, / qu'elles / quels / quelles.

\*Quelque/ Quelques/quel que/quelle que /quels que/quelles que.

\*Même / mêmes

\*Etc...

## 3) Phonétique :

-Lecture expressive

-Respect de l'intonation

-Difficultés de prononciation : e, eu, i... u (diurue, inutile, diminuer, etc...)

4) Conjugaison : Révision générale.

## 5) Sémantique :

-Champs lexicaux, réseaux sémantiques

-Préfixes, suffixes et familles de mots.

-Synonymie, antonymie, homonymie, paronymie.

-Compétence transversale: savoir consulter un dictionnaire.

## 2ème Année :

Le contenu de la grammaire doit viser directement l'épreuve de l'essai et du résumé en privilégiant les faits linguistiques relatifs à la fois à l'organisation rhétorique du texte (les énumératifs et les articulateurs logiques -adv, prép, conj, exprimant la cause, la conséquence, l'hypothèse, la comparaison, la concession, etc.-), énonciative (verbes introducteurs, pronoms, discours rapporté, etc) et aux procédés de réduction (Nominalisation, adjectivation, intégration lexicale, réagencement syntaxique, notamment, transformation d'une proposition subordonnée en groupe de mots).

Compte tenu de ces objectifs, l'accent sera mis sur :

### 1) Grammaire :

- La phrase complexe : structure et ordre des éléments constitutifs. ( Alternier les exercices d'enrichissement et de réduction ).

- Moyens lexicaux et grammaticaux exprimant les rapports logiques.

- Construction et valeur des principaux verbes introducteurs.

- Distinguer les subordonnants : que, à ce que, de ce que, etc.

### 2) Orthographe :

- Accord du verbe avec les noms collectifs.

- Accord du verbe avec les pronoms indéfinis.

- Accord du verbe avec plusieurs sujets.

- Homophones en rapport avec les subordonnées :

\* qui la, qui l'as, qui l'a / qu'il a, qu'il la, qu'il l'a.

\* qui l'ai, qui l'aie, l'aies, l'ait / qu'il est, qu'il les, qu'il l'est, qu'il ait...

### **3) Phonétique :**

Elle sera épisodique et corrective ( partir des fautes significatives ).

### **4) Sémantique :**

- Reprise lexicale et conceptuelle.
- Nominalisation et adjectivation.
- Synonymie ( propositions subordonnées / GN, adj, adv, groupe infinitif ).
- Formation savante ( préfixes, suffixes ).

### **5/ Conjugaison : Révision générale (suite).**

## ***PRODUCTION ECRITE***

L'essai et le résumé constituent des exercices codifiés non seulement pour homogénéiser nationalement les pratiques dans l'optique de l'examen mais encore pour vérifier l'acquisition des capacités fondamentales liées à la pratique de la langue française :

- Savoir lire et comprendre un texte argumentatif.
- Savoir construire et rédiger un texte argumentatif
- Savoir résumer.

### **1- ESSAI :**

Ayant déjà été sensibilisé aux enjeux et aux caractères formels du texte argumentatif, l'étudiant, grâce à un apprentissage méthodique, devra être capable de :

- Construire une problématique,
- Recourir à une stratégie argumentative,
- Construire un discours organisé obéissant à une progression.
- S'exprimer dans une langue correcte.

En 1ère Année, le travail d'écriture portera essentiellement sur des séquences justificatives. Cet apprentissage permet à l'étudiant de prendre conscience de la fonction d'un argument ( c'est-à-dire, ne pas se contenter d'affirmer, de juger ou de prendre position mais apprendre à argumenter), de composer ses paragraphes (en hiérarchisant les éléments d'information et en construisant des unités thématiques), d'utiliser les connecteurs logiques adéquats et de planifier son texte en fonction de la lecture d'un destinataire.

Donc, il est impératif que l'étudiant sache, au terme de la 1ère Année, produire un texte argumentatif.

En revanche, les séquences réfutatives et contre-argumentatives seront privilégiées en 2ème Année. Ainsi, l'étudiant sera à même de choisir la stratégie qui convient à la nature de la question. C'est aussi en 2ème année qu'intervient le moment de la problématisation ; ce dernier doit être capable de :

- Différencier le thème, la thèse et les arguments ;
- Interroger un sujet ;
- Rendre douteux ce qui est affirmatif ou péremptoire ;
- Repérer les éléments implicites ;
- Examiner une notion à la lumière de systèmes de valeurs différents (Ex : Nature / Culture / loisirs / travail, etc.)

### **2. RESUME :**

Les compétences à développer chez l'étudiant par le biais de cette activité peuvent être

réalisées suivant une démarche dont les étapes sont au nombre de trois:

• **1ère étape** : Comprendre le fonctionnement d'un texte ( prolongement de la séance de lecture ). En effet, toute tentative de réduction d'un texte se situe à un stade de compréhension globale qui, seule, permettra de saisir les temps forts de son argumentation : on ne résume bien que ce qu'on a compris.

C'est l'ensemble de l'argumentation qu'il s'agit de reproduire avec sa progression et ses articulations.

Compte tenu des consignes officielles ( respect du système d'énonciation, réduction au quart + 10%, reformulation personnelle du texte ), on insistera sur les niveaux : énonciatif, lexical et organisationnel qui, mis en relation, nous fourniront le schéma du texte et le fonctionnement de son circuit argumentatif, ce qui facilitera le découpage en arguments et la thèse à laquelle ils se rattachent.

Le passage d'un argument à l'autre, marqué ou non par des connecteurs logiques sera explicité ( par l'expression appropriée ).

• **2ème étape** : Réduction : Parvenir à une formulation économique et autonome par le biais des procédés suivants :

- La suppression (seuls les passages n'appartenant pas au circuit argumentatif peuvent être supprimés).

- L'intégration lexicale (Ex. Passer de l'énumération au terme générique, reprendre un champ lexical par un terme englobant).

- Le réagencement syntaxique (Relativisation, nominalisation, etc...)

• **3ème étape** : Mise au point (longueur / cohérence / Fidélité):

a)longueur : respecter le nombre de mots requis à 10% près.

b)Cohérence: cohérence informationnelle et sémantique, cohérence orthographique, cohérence des reprises, cohérence des temps verbaux, etc...

c)Fidélité : Ne pas déformer les idées de l'auteur, garder le point de vue de ce dernier, conserver l'ordre du texte.

## **EVALUATION**

Le régime des examens-fondé sur le contrôle continu tel qu'il est appliqué dans les Instituts Préparatoires est, à notre avis, loin de permettre à l'étudiant de faire valoir ses réelles compétences en matière de maîtrise de la langue française compte tenu du volume horaire (2 heures par semaine) et de l'effectif des étudiants (groupes de 45 étudiants).

En effet, les enseignants se débattent dans la sempiternelle contradiction entre la logique pédagogique et la logique administrative: Il est matériellement impossible d'attribuer 4 notes par trimestre à un étudiant que l'enseignant ne voit qu'une fois par semaine. En effet, très souvent, on est amené à interroger les étudiants sur un contenu qu'ils n'ont pas eu le temps d'assimiler ni d'approfondir.

Que l'évaluation cesse d'être une fin en soi.

Faisons en sorte qu'elle ait plus de crédit.

Force est de repenser la cadence et le nombre des devoirs et des tests.

C'est dans ce cadre que s'inscrivent donc les propositions des enseignants:

**1ère Année:**

-1 Test de langue ou d'expression écrite par trimestre.

-1 Examen trimestriel : Maintenir les 3 volets de l'épreuve: compréhension (6 points), langue (6 points), essai (8 points).

### **2<sup>ème</sup> Année :**

-1 Test de production écrite : Essai ou résumé par trimestre.

-1 Examen trimestriel comportant, comme l'épreuve du concours, un texte de 600 mots au maximum à résumer en 150 mots et un essai d'une vingtaine de lignes.

Enfin, les objectifs de la séance de français ne pourraient être réalisés que dans des groupes de 20 à 25 étudiants.

## **PROGRAMME DETAILLE DE STI - 2<sup>ème</sup> Année**

### **INTRODUCTION A L'AUTOMATIQUE HORAIRE RECOMMANDE : 1 HEURE**

#### **OBJECTIFS**

Cette partie a pour but la présentation de l'automatique, de ses domaines d'application, de son but, de son évolution.

En d'autres termes, mettre l'accent sur son importance dans la formation d'un futur ingénieur.

#### **PROGRAMME**

##### ***I. DEFINITION***

##### ***II. INTERETS DE L'AUTOMATIQUE***

##### ***III. DIFFERENTS TYPES DE SYSTEMES EN AUTOMATIQUE***

- SYSTEMES COMBINATOIRES
- SYSTEMES SEQUENTIELS
- SYSTEMES ASSERVIS

#### **COMMENTAIRES**

Cette introduction ne nécessite aucune connaissance préalable : il s'agit d'une sensibilisation à l'automatique.

On présente les différents types de systèmes en automatique à travers des exemples d'illustration.

### **SYSTEMES COMBINATOIRES HORAIRE RECOMMANDE : 5 HEURES**

#### **OBJECTIFS**

Cette partie doit permettre à l'étudiant de maîtriser :

- La table de vérité
- Les codes binaires naturel et réfléchi
- Les expressions canoniques
- La représentation d'un logigramme
- Identifier un système combinatoire

- Exprimer le fonctionnement par un ensemble d'équations logiques
- Optimiser la représentation logique par simplification.

## **PROGRAMME**

### ***I. FONCTIONS LOGIQUES***

- VARIABLES ET POSTULATS DE BOOLE
- SPECIFICATION D'UNE FONCTION BOOLEENNE
- FONCTIONS LOGIQUES DE BASE
- FONCTIONS LOGIQUES UNIVERSELLES

### ***II. SIMPLIFICATION DES FONCTIONS LOGIQUES***

- INTRODUCTION
- METHODE DE KARNAUGH (Présentation - Simplification - Règles d'optimisation de la simplification).

## **COMMENTAIRES**

On se limitera à des fonctions d'au plus cinq variables.  
Donner le tableau récapitulatif des opérateurs logiques.

## **SYSTEMES SEQUENTIELS ET MODELE GRAFCET HORAIRE RECOMMANDE : 6 HEURES**

## **OBJECTIFS**

Les compétences acquises doivent permettre :

- D'identifier les systèmes séquentiels
- D'étudier le mode marche et arrêt d'un système séquentiel
- De réaliser le schéma technologique correspondant
- D'élaborer les différents points de vue d'un GRAFCET.

## **PROGRAMME**

### ***I. SYSTEMES SEQUENTIELS***

- DEFINITION D'UN SYSTEME SEQUENTIEL
- DEFINITION DE LA FONCTION MEMOIRE

### ***II. GRAFCET***

- GENERALITES
- DEFINITIONS GENERALES (Etape - action ; Transition – Réceptivité ; Liaisons orientées).
- REGLES D'EVOLUTION D'UN GRAFCET
- COMPLEMENTS SUR LE GRAFCET (Saut d'étapes - Séquence unique - Reprise de séquences - Sélection de séquences - Parallélisme structural - Représentation des évènements - Temporisation - Synchronisation de deux grafjets - Macro-étape (ME)).

## **COMMENTAIRES**

On commence par mettre en évidence la différence entre un système combinatoire et un système séquentiel.

On insiste particulièrement sur l'obtention d'un effet mémoire  
Seul le cas des bistables asynchrones est à considérer.

L'interprétation algorithmique du GRAFCET est hors programme.

## **SYSTEMES LINEAIRES CONTINUS ET INVARIANTS**

### **HORAIRE RECOMMANDE : 24 HEURES**

#### **OBJECTIFS**

A partir d'un système linéaire continu et invariant (mécanique, électrique, thermique, hydraulique ou autre), les compétences acquises doivent permettre de :

- Maîtriser la représentation de Bode
- Construire la fonction de transfert modélisant le comportement d'un système asservi
- Analyser la stabilité d'un système asservi

#### **PROGRAMME**

##### ***I. SYSTEMES LINEAIRES CONTINUS ET INVARIANTS***

- DEFINITION
- SIGNAUX CANONIQUES (TESTS) (Impulsion de Dirac - Echelon - Rampe - Sinusoïde).
- REPRESENTATIONS FREQUENTIELLES (Nyquist - Bode - Black).

##### ***II. TRANSFORMATION DE LAPLACE***

- DEFINITION
- PROPRIETES PRINCIPALES DE LA T.L (Linéarité - Différentiation - Intégration - Théorème du retard - Théorèmes de la valeur initiale et de la valeur finale - T.L des fonctions périodiques).
- TRANSFORMEES DES FONCTIONS USUELLES (Impulsion de Dirac - Echelon - Rampe).

##### ***III. SCHEMAS FONCTIONNELS ET LEURS TRANSFORMATIONS***

- FONCTION DE TRANSFERT (Transmittance opérationnelle - Transmittance harmonique).
- SCHEMA FONCTIONNEL
- REGLES DE SIMPLIFICATION (Association en cascade - Association en parallèle - Réduction des boucles : Transmittance en boucle ouverte, en boucle fermée, Transmittance de l'erreur).
- PRISE EN COMPTE DES PERTURBATIONS

##### ***IV. ANALYSE TEMPORELLE DES SYSTEMES LINEAIRES FONDAMENTAUX***

- SYSTEME FONDAMENTAL DU PREMIER ORDRE (Définition - Réponse indicielle).
- SYSTEME FONDAMENTAL DU SECOND ORDRE (Définition - Réponse indicielle : Régime apériodique, Régime pseudo – périodique).

##### ***V. ANALYSE HARMONIQUE DES SYSTEMES LINEAIRES FONDAMENTAUX***

- SYSTEME FONDAMENTAL DU PREMIER ORDRE
- SYSTEME FONDAMENTAL DU SECOND ORDRE (Représentation de Bode - Paramètres caractéristiques : pulsation de résonance, facteur de résonance, pulsation de coupure, bande passante).

##### ***VI. STABILITE ET PRECISION D'UN SYSTEME ASSERVI***

- INTRODUCTION

- CONDITION DE STABILITE
- METHODE ALGEBRIQUE : CRITERE DE ROUTH
- METHODE GRAPHIQUE : CRITERE DU REVERS
- MARGES DE STABILITE (marge de gain, marge de phase).
- PRECISION DES SYSTEMES ASSERVIS

### ***VII. CORRECTION DES SYSTEMES ASSERVIS***

- NECESSITE DE LA CORRECTION
- DIVERS MODES DE CORRECTION
- REJET DE PERTURBATIONS

### **COMMENTAIRES**

On met en évidence la nécessité de l'asservissement pour stabiliser le système.

Les critères de stabilité sont à considérer dans le plan de Bode.

Expliquer comment une action proportionnelle assure la stabilité d'un système.

Montrer que l'action intégrale permet d'annuler l'erreur statique.

Le calcul et le tracé du module et de la phase de la fonction de transfert pour une entrée harmonique doivent être maîtrisés.

On montre l'importance du plan de Bode dans le passage boucle ouverte , boucle fermée.

On illustre l'amélioration des performances apportées par la fermeture de la boucle.

Du point de vue représentation, seul le diagramme de Bode est développé (Nyquist et Black ne sont présentés qu'à titre indicatif).