

# TABLE DES MATIERES

Pages

Avant-propos	5
Les deux fois dix commandements pour apprenti physicien	7

## PREMIERE PARTIE : RAPPELS DE PREMIERE ANNEE

Présentation de la première partie	15
------------------------------------	----

### **Chapitre 1 : De la signification concrète de certaines opérations mathématiques**

<b>I/ Dérivation</b>	17
I.1) Définition	17
I.2) Développement au premier ordre	18
I.3) Développements de Taylor-Maclaurin	19
<b>II/ Intégration</b>	20
II.1) Définition	20
II.2) Sommations	20
II.3) Densités	21

### **Chapitre 2 : Unités et analyse dimensionnelle**

<b>I/ Systèmes d'unités</b>	24
I.1) Grandeurs de base	24
I.2) Définition du <i>Système International</i>	24
I.2.a) <i>Choix des grandeurs de base</i>	24
I.2.b) <i>Grandeurs dérivées - équations aux dimensions</i>	25
<b>II/ Etalons du <i>Système International</i></b>	26
II.1) Etalons de longueur et de temps	26
II.2) Autres étalons de base	27
<b>III/ Unités S.I. dérivées</b>	28
<b>IV/ Notions sur d'autres systèmes d'unités</b>	28
<b>V/ Applications de l'analyse dimensionnelle</b>	29
V.1) Principe d'homogénéité	29
V.2) Changements et recherches d'unités	30
V.3) Recherche de lois physiques	30
<b>Annexe 1 : Multiplicateurs S.I.</b>	31
<b>Annexe 2 : Constantes universelles usuelles</b>	32

### **Chapitre 3 : Cinématique du point matériel**

<b>I/ Paramétrages spatiaux</b>	35
I.1) Paramétrage cartésien	35
I.2) Paramétrage cylindrique	36
I.3) Paramétrage sphérique	36

<b>II/ Vitesse</b>	37
II.1) Définition	37
II.2) Composantes de la vitesse	38
II.2.a) Composantes cartésiennes	38
II.2.b) Composantes cylindriques	38
<b>III/ Accélération</b>	39
III.1) Définition	39
III.2) Composantes de l'accélération	39
III.2.a) Composantes cartésiennes	39
III.2.b) Composantes cylindriques	39
<b>IV/ Mouvements particuliers</b>	39
IV.1) Mouvements rectilignes	39
IV.2) Mouvements circulaires plans	40
IV.2.a) Définition	40
IV.2.b) Mouvement circulaire uniforme	40
IV.2.c) Vecteur rotation instantanée	41
IV.3) Mouvement hélicoïdal	41
IV.4) Mouvement à accélération centrale	42
IV.4.a) Constante des aires	42
IV.4.b) Formules de Binet	42

## **Chapitre 4 : Mécanique du point matériel**

<b>I/ Postulat fondamental de la dynamique (P.F.D.)</b>	45
I.1) Définition du point matériel – Conséquences	45
I.2) Eléments cinétiques d'un point matériel	46
I.3) Postulat fondamental de la mécanique newtonienne	47
I.4) Interprétation et conséquences immédiates du P.F.D.	48
I.4.a) Loi du mouvement	48
I.4.b) « Principe » d'inertie	49
I.5) Changement de référentiels	49
I.5.a) Lois de composition des vitesses et des accélérations	49
I.5.b) P.F.D. et référentiel quelconque	51
I.6) Théorème du moment cinétique	52
I.6.a) Expression générale	52
I.6.b) Expression scalaire	53
<b>II/ Approche énergétique</b>	55
II.1) Puissance et travail d'une force	55
II.2) Force conservative et énergie potentielle	55
II.3) Théorème de la puissance cinétique	56
II.4) Théorème de l'énergie cinétique	57
II.5) Théorème de l'énergie mécanique	58

## **Chapitre 5 : Exemples de systèmes physiques linéaires du premier ordre**

<b>I/ De la linéarité</b>	62
<b>II/ Systèmes linéaires d'ordre 1</b>	65
II.1) Définitions	65
II.2) Réponse du système en régime libre	65

<b>III/ Régime forcé</b>	66
III.1) Position du problème	66
III.2) Résolution par la méthode harmonique	67

## **Chapitre 6 : Exemples de systèmes physiques linéaires du second ordre**

<b>I/ Définitions</b>	72
<b>II/ Etude de l'oscillateur en régime libre</b>	72
<b>III/ Oscillations en régime forcé</b>	74
III.1) Résonance de position	74
III.2) Résonance en vitesse	76
<b>IV/ Aspect énergétique</b>	78
IV.1) Oscillateur harmonique en régime libre	78
IV.2) Oscillateur amorti en régime libre	78
IV.3) Oscillateur amorti en régime forcé	79
IV.4) Signification énergétique du facteur de qualité	80

## **DEUXIEME PARTIE : MECANQUES DES SOLIDES**

<b>Présentation de la deuxième partie</b>	83
---	----

### **Chapitre 7 : Mécanique des systèmes matériels discrets**

<b>I/ Système matériel discret</b>	85
I.1) Eléments cinétiques d'un système de points matériels	85
I.2) Centre d'inertie	86
I.2.a) Définition	86
I.2.b) Autre expression de la résultante cinétique	86
I.2.c) Référentiel barycentrique (ou du centre de masse)	87
I.3) Théorèmes de König	88
I.3.a) Théorème de König pour le moment cinétique	88
I.3.b) Théorème de König pour l'énergie cinétique	90
<b>II/ Théorèmes de la mécanique des systèmes matériels discrets</b>	90
II.1) Principe des actions réciproques	90
II.2) Théorème de la résultante cinétique et du centre d'inertie	91
II.3) Théorème du moment cinétique	92
<b>III/ Théorèmes énergétiques</b>	93
III.1) Puissances des actions mécaniques intérieures	93
III.2) Théorèmes de la puissance et de l'énergie cinétique	94
III.3) Théorème de la puissance et de l'énergie mécanique	95

### **Chapitre 8 : Cinématique du solide**

<b>I/ Définition d'un solide matériel</b>	97
I.1) Système indéformable	97
I.2) Solide discret – Solide continu	98
I.3) Masse d'un solide	100
I.4) Centre d'inertie d'un solide	101

<b>II/ Eléments cinématiques d'un solide</b>	102
II.1) Champ des vitesses d'un solide	102
II.2) Relation fondamentale de la cinématique des solides (R.F.C.S.)	103
II.3) Interprétation de la RFCS	104
II.3.a) Exemples de mouvements d'un solide	104
II.3.b) Mouvement général d'un solide	104
II.4) Champ des accélérations d'un solide	105
<b>III/ Application aux changements de référentiels</b>	106
III.1) Vitesse et accélération d'entraînement	106
III.2) Référentiel barycentrique	107

## **Chapitre 9 : Cinétique du solide**

<b>I/ Eléments cinétiques d'un solide</b>	109
I.1) Définitions	109
I.2) Autre expression de la résultante cinétique	110
I.3) Théorèmes de König	110
<b>II/ Solide à un seul degré de rotation</b>	112
II.1) Expression du moment cinétique scalaire	112
II.2) Moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe	113
II.3) Energie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe	114
<b>III/ Théorèmes de König pour un solide</b>	115
<b>IV/ Eléments dynamiques d'un solide</b>	117
IV.1) Définitions	117
IV.2) Théorème de König pour le moment dynamique	117
IV.3) Autre expression du moment dynamique	118

## **Chapitre 10 : Dynamique du solide**

<b>I/ Loi fondamentale de la dynamique (L.F.D.)</b>	123
I.1) Questionnement préalable	123
I.2) Enoncé de la L.F.D. des solides	124
I.3) Théorèmes d'application	125
I.4) Cas particuliers importants	126
I.4.a) Solide en translation	126
I.4.b) Solide en rotation autour d'un axe fixe	126
I.4.c) Solide ne présentant qu'un degré de rotation	127
I.4.d) Mouvement inertiel d'un solide matériel	127
<b>II/ Approche énergétique</b>	128
II.1) Théorème de la puissance cinétique	128
II.2) Théorème de l'énergie cinétique	130
II.3) Théorème de l'énergie mécanique	130
II.4) Analogie formelle translation-rotation	131
<b>III/ Equilibre d'un solide matériel</b>	132
III.1) Définition de l'équilibre d'un solide matériel	132
III.2) Détermination dynamique d'un équilibre	133
III.3) Détermination énergétique d'un équilibre	134

## Chapitre 11 :

### Exemples de rotation d'un solide autour d'un axe fixe

<b>I/ Pendule de torsion</b>	137
I.1) Définition et conséquences	137
I.2) Etude du mouvement du pendule	139
<b>II/ Pendule pesant</b>	140

## Chapitre 12 : Liaisons entre solides

<b>I/ Généralités</b>	143
<b>II/ Approche cinématique</b>	145
II.1) Vitesse de glissement	145
II.2) Roulement et pivotement	147
<b>III/ Lois du frottement solide</b>	148
III.1) Modélisation des actions de contact	148
III.2) Lois de Coulomb	149
III.2.a) Première loi de Coulomb	149
III.2.b) Lois de Coulomb sans glissement	150
III.2.c) Lois de Coulomb avec glissement	151
III.2.d) Cône de frottement	151
<b>IV/ Puissance des actions de contact</b>	152
<b>V/ Procédure raisonnée de résolution d'un problème de mécanique</b>	153
V.1) Organigramme méthodologique	153
V.2) Mise en œuvre de la méthode	155
<b>Correction des A.I.D.E. de la deuxième partie</b>	157

## TROISIEME PARTIE : CINEMATIQUE DES FLUIDES

<b>Présentation de la troisième partie</b>	173
--	-----

### Chapitre 13 : Notions de cinématique des milieux continus

<b>I/ Ecoulement fluide</b>	175
I.1) Critère de continuité	175
I.2) Définitions	177
I.3) Méthodes d'étude d'un écoulement	177
I.3.a) Méthode lagrangienne	178
I.3.b) Méthode eulérienne	180
I.4) Généralisation : champs scalaires et vectoriels	182
I.5) Trajectoires - Lignes de courant - Lignes de champ	183
I.5.a) Trajectoires	183
I.5.b) Lignes de courants	184
I.5.c) Lignes et tubes de champ	185
<b>II/ Dérivation totale</b>	186
II.1) Dérivée totale d'un champ scalaire	186
II.2) Généralisation et interprétation	188
II.3) Opérateur nabla	189
II.3.a) Définition	189
II.3.b) Gradient	190

<b>III/ Champ des accélérations d'un écoulement</b>	191
III.1) Définition	191
III.2) Décomposition de Lamb	192
III.3) Rotationnel	193

## **Chapitre 14 : Débit et flux**

<b>I/ Définitions</b>	195
I.1) Débit volumique d'un écoulement	195
I.2) Première condition aux limites sur les vitesses	196
I.3) Flux d'un champ vectoriel	197
<b>II/ Théorème d'Ostrogradski</b>	198
II.1) Surface de contrôle et volume particulière	198
II.2) Expression du débit volumique sortant d'une surface fermée	199
II.2.a) Débit volumique sortant d'un volume mésoscopique	199
II.2.b) Divergence du champ des vitesses	200
II.2.c) Débit volumique sortant d'une surface fermée	200
II.3) Enoncé du théorème d'Ostrogradski	202
II.3.a) Enoncé local et divergence d'un champ vectoriel	202
II.3.b) Enoncé intégral	202
<b>III/ Quelques remarques sur les opérateurs</b>	203
III.1) Expression de la divergence en paramétrage cylindrique	203
III.2) Retour sur l'opérateur $\nabla$	204
III.3) Deux ou trois formules d'analyse vectorielle	205

## **Chapitre 15 : Ecoulements incompressibles**

<b>I/ Incompressibilité d'un écoulement</b>	207
I.1) Définition	207
I.2) Ecoulement à débit volumique conservatif	207
I.3) Condition cinématique d'incompressibilité	210
<b>II/ Champ à flux conservatif (C.F.C.)</b>	210
II.1) Définition et propriétés	210
II.2) Potentiel vecteur	211

## **Chapitre 16 : Ecoulements rotationnels**

<b>I/ Lois de Curie</b>	213
<b>II/ Rotationnalité d'un écoulement</b>	215
II.1) Cinématique du solide et analyse vectorielle	215
II.2) Vorticité et champ tourbillon	216
II.3) Modèle du tourbillon cylindrique	218
<b>III/ Circulation d'un champ vectoriel</b>	219
III.1) Définition	219
III.2) Théorème de STOKES	220
III.3) Applications du théorème de Stokes	221
III.3.a) Circulation d'un champ des vitesses sur un contour fermé	221
III.3.b) C.F.C et théorème de Stokes	222
<b>Annexe : Démonstration abrégée du théorème de Stokes</b>	223

## Chapitre 17 : Ecoulements irrotationnels

<b>I/ Ecoulement irrotationnel</b>	225
I.1) Définition et propriétés	225
I.2) Potentiel scalaire d'écoulement	226
I.2.a) Définition	226
I.2.b) Circulation et potentiel scalaire	227
I.2.c) Potentiel et ligne de champ	227
I.3) Champ à circulation conservative (C.C.C.)	228
<b>II/ Etude cinématique d'un écoulement quelconque</b>	229
II.1) Position du problème	229
II.2) Ecoulement incompressible et irrotationnel	229
II.2.a) Mise en équation	229
II.2.b) Equation de Laplace et laplacien	230
II.3) Ecoulement compressible et irrotationnel	231
II.4) Ecoulement incompressible et rotationnel	231
II.4.a) Troisième identité de l'analyse vectorielle	231
II.4.b) Détermination du champ des vitesses	232
II.5) Ecoulement compressible et rotationnel	233
<b>III/ Déformations d'un fluide en écoulement</b>	233
III.1) Dilatation	233
III.2) Cisaillement	234
<b>Formulaire d'analyse vectorielle</b>	235
<b>Correction des A.I.D.E. de la troisième partie</b>	237

## QUATRIEME PARTIE : ELEMENTS DE MECANIQUE DES FLUIDES

<b>Présentation de la quatrième partie</b>	247
--	-----

### Chapitre 18 :

#### Approche phénoménologique des écoulements fluides

<b>I/ Régimes d'écoulement</b>	249
I.1) Observations	249
I.2) Pression et cisaillement	251
<b>II/ Pression dans un fluide</b>	253
II.1) Distribution surfacique de forces pressantes	253
II.2) Distribution volumique des forces pressantes	254
II.2.a) Densité volumique de forces pressantes	254
II.2.b) Applications immédiates	256
II.3) Puissance des forces pressantes	257
<b>III/ Viscosité dans un fluide</b>	257
III.1) Distribution surfacique de forces de viscosité	257
III.1.a) Formalisation	257
III.1.b) Coefficient de viscosité	259
III.2) Distribution volumique des forces de viscosité	260
III.2.a) Approche unidirectionnelle	260

III.2.b) Généralisation	262
III.3) Puissance des forces de viscosité	262
<b>IV/ Nombre de Reynolds</b>	264
IV.1) Traînée d'une sphère	264
IV.2) Rôle du nombre de Reynolds	266
IV.3) Généralisation	268

## **Chapitre 19 : Bilans mécaniques macroscopiques**

<b>I/ Généralités</b>	273
I.1) Convection et écoulements parfaits	273
I.2) Nombre de bilans mécaniques nécessaires	274
I.3) Anna-Lou et sa tirelire	275
<b>II/ Bilan massique</b>	276
II.1) Débit massique	276
II.2) Champ densité de courant massique	277
II.3) Sources et puits	278
II.4) Bilan massique eulérien	278
II.4.a) Expression générale	278
II.4.b) Bilan massique tubulaire	279
II.5) Bilan massique lagrangien	280
II.6) Conservation de la matière	281
II.7) Cas des écoulements parfaits homogènes incompressibles	282
<b>III/ Bilans cinétiques en régime permanent</b>	283
III.1) Bilan de résultante cinétique	283
III.2) Bilan de moment cinétique scalaire	284
<b>IV/ Bilan énergétique en régime permanent</b>	285
<b>V/ Applications</b>	287
V.1) Canalisation coudée	287
V.2) Aéromoteur	287
<b>VI/ Expression générale d'un bilan</b>	289
VI.1) Grandeurs extensives et grandeurs massiques	289
VI.2) Bilan sur une grandeur extensive	290

## **Chapitre 20 : Lois locales des écoulements parfaits**

<b>I/ Loi locale de conservation de la matière</b>	293
I.1) Réécriture du bilan massique	293
I.2) Conservation locale et continuité massiques	294
I.3) Conséquences	295
I.3.a) Autre expression de la conservation locale de la matière	295
I.3.b) Ecoulement à débit massique conservatif	295
<b>II/ Equation d'Euler</b>	296
II.1) Expression eulérienne du P.F.D.	296
II.2) Commentaires	297
<b>III/ Bilan énergétique local</b>	298
<b>IV/ Compressibilité</b>	299
IV.1) Problématique	299
IV.2) Définition	300
IV.3) Théorème de Hugoniot	301



## Chapitre 21 : Rappels de statique des fluides

<b>I/ Loi locale de la statique des fluides</b>	303
I.1) Enoncé	303
I.2) Conséquences	304
I.2.a) <i>Isobares</i>	304
I.2.b) <i>Influence de la compressibilité</i>	304
<b>II/ Actions pressantes sur une paroi</b>	305
II.1) Résultante et moment de forces pressantes	305
II.2) Exemples	306
II.2.a) <i>Forces pressantes sur une paroi plane</i>	306
II.2.b) <i>Forces pressantes en milieu isobare</i>	307
<b>III/ Théorème d'Archimède</b>	308
<b>Annexe : Eléments de mano-barométrie</b>	310

## Chapitre 22 : Ecoulements parfaits homogènes incompressibles

<b>I/ Lois générales des écoulements P.H.I.</b>	311
I.1) Critère de quasi incompressibilité d'un écoulement parfait	311
I.2) Lois locales des écoulements P.H.I.	312
I.2.a) <i>Bilan massique local et loi de compressibilité</i>	312
I.2.b) <i>Equation d'Euler et énergie mécanique massique totale</i>	312
I.2.c) <i>Intégrale première d'un écoulement P.H.I.C.</i>	313
I.3) Applications	314
I.3.a) <i>Oscillations d'un liquide dans un tube en U</i>	314
I.3.b) <i>Théorème dit de Lagrange</i>	314
<b>II/ Théorème de Bernoulli</b>	315
II.1) Enoncé strict	315
II.2) Enoncé élargi	316
II.3) Conséquences et applications du théorème de Bernoulli	317
II.3.a) <i>Théorème de Torricelli</i>	317
II.3.b) <i>Tubes de Pitot</i>	317
II.3.c) <i>Effet Venturi</i>	319
II.3.d) <i>Effet Magnus</i>	321
<b>Correction des A.I.D.E. de la quatrième partie</b>	323

## CINQUIEME PARTIE : THERMODYNAMIQUE

<b>Présentation de la cinquième partie</b>	337
--	-----

### Chapitre 23 :

#### Retour sur le premier principe de la thermodynamique

<b>I/ Processus et équilibres thermodynamiques</b>	339
I.1) Systèmes thermodynamiques	339
I.2) Equilibres et processus thermodynamiques	340
I.3) Principe zéro de la thermodynamique	341
<b>II/ Grandeurs d'état</b>	343
II.1) Equation d'état	343

II.2) Phases	344
II.3) Grandeurs extensives	344
II.4) Grandeurs intensives	344
<b>III/ Premier principe de la thermodynamique</b>	<b>345</b>
III.1) Premier énoncé	345
III.2) Energie totale - énergie interne	346
III.3) Enoncé actualisé du premier principe de la thermodynamique	347
III.4) Premières conséquences du premier principe	348
<b>IV/ Expression différentielle du premier principe</b>	<b>349</b>
IV.1) Différentielle énergétique et transferts élémentaires	349
IV.2) Expression de quelques travaux élémentaires	349
IV.2.a) Travail des forces de pression	349
IV.2.b) Travail d'une force de traction	350
IV.2.c) Travail électrique	350
IV.3) Représentation extensive	351
IV.3.a) Définition	351
IV.3.b) Variables conjuguées par rapport à l'énergie interne	351
IV.4) Entropie	352
IV.4.a) Définition	352
IV.4.b) Première identité de la thermodynamique	353
IV.4.d) Premier groupe des relations de Maxwell	353
<b>V/ Quelques applications du premier principe</b>	<b>355</b>
V.1) Capacité thermique isochore	355
V.2) Détente de Joule - Gay Lussac	357

## **Chapitre 24 :**

### **Retour sur le second principe de la thermodynamique**

<b>I/ Evolution d'un système et entropie</b>	<b>359</b>
I.1) Processus irréversibles	359
I.2) Création entropique	359
I.3) Création et échange entropiques	360
<b>II/ Second principe de la thermodynamique</b>	<b>363</b>
II.1) Enoncé	363
II.2) Conséquences immédiates	364
II.2.a) Différentielle entropique et processus élémentaires	364
II.2.b) Cas des systèmes isolés	364
II.2.c) Processus et réversibilité	365
II.2.d) Décharge d'un condensateur	365
II.3) Calcul de variations entropiques	366
II.3.a) Généralités	366
II.3.b) Entropie massique d'un système homogène condensé	366
II.3.c) Entropie massique d'un gaz parfait	367
<b>III/ Troisième principe de la thermodynamique</b>	<b>368</b>

## **Chapitre 25 : Bilans thermodynamiques**

<b>I/ Bilan enthalpique en régime permanent</b>	<b>371</b>
I.1) Energies massiques	371
I.2) Bilan lagrangien d'énergie totale	372
I.3) Enthalpie	373

I.4) Bilan enthalpique	374
<i>I.4.a) Expression globale</i>	374
<i>I.4.b) Expression locale</i>	374
I.5) Applications	375
<i>I.5.a) Détente de Joule-Thomson</i>	375
<i>I.5.b) Echangeurs thermiques</i>	376
<i>I.5.c) Compresseur</i>	376
I.6) Deuxième identité de la thermodynamique	377
<i>I.6.a) Cas des systèmes thermoélastiques</i>	377
<i>I.6.b) Généralisation</i>	378
<b>II/ Bilan entropique en régime permanent</b>	378
II.1) Enoncé	378
II.2) Cas des écoulements parfaits	379
<b>III/ Capacité thermique isobare</b>	380
III.1) Définition	380
III.2) Relation de von Mayer et loi de Laplace	381

## *Chapitre 26 : Potentiels thermodynamiques*

<b>I/ Généralités</b>	383
<b>II/ Potentiel des processus adiabatiques</b>	385
II.1) Néguentropie	385
II.2) Applications	385
<i>II.2.a) Transferts thermiques spontanés</i>	385
<i>II.2.b) Cycles dithermes</i>	386
<i>II.2.c) Théorème de Carnot</i>	387
<b>III/ Potentiel des processus monothermes</b>	389
III.1) Potentiel de Helmholtz	389
<i>III.1.a) Définition</i>	389
<i>III.1.b) Conséquences immédiates</i>	390
III.2) Energie libre (ou énergie de Helmholtz)	391
III.3) Applications	392
<i>III.3.a) Troisième identité de la thermodynamique</i>	392
<i>III.3.b) Relation de Helmholtz</i>	393
III.4) L'énergie libre comme fonction caractéristique	393
<b>IV/ Potentiel des processus monothermes-monobares</b>	395
IV.1) Potentiel de Gibbs	395
<i>IV.1.a) Définition</i>	395
<i>IV.1.b) Conséquences immédiates</i>	396
IV.2) Enthalpie libre (ou énergie de Gibbs)	397
IV.3) Applications	398
<i>IV.3.a) Quatrième identité de la thermodynamique</i>	398
<i>IV.3.b) Relation de Gibbs</i>	399
IV.4) L'enthalpie libre comme fonction caractéristique	399
<b>Annexe: Machines dithermes</b>	402

## Chapitre 27 : Transition de phase d'un corps pur

<b>I/ Généralités sur les transitions de phase</b>	409
I.1) Phases d'un corps pur	409
I.2) Variance d'un corps pur sous plusieurs phases	410
<b>II/ Approche théorique des transitions de phase</b>	411
II.1) Critère d'évolution phasique d'un corps pur	411
II.2) Représentation graphique d'une transition de phase	412
<b>III/ Transfert thermique de changement d'état</b>	414
III.1) Bilans entropique et enthalpique d'un changement d'état	414
III.2) Formule de Clapeyron	415
III.3) Cas de la vaporisation	416
<b>IV/ Diagrammes de changement d'état</b>	417
IV.1) Diagramme ( $T,p$ )	417
IV.2) Diagramme ( $v,p$ ) de Clapeyron	421
IV.2.a) Réseau d'isothermes d'Andrews	421
IV.2.b) Rappel de la règle des moments	424
IV.2.c) Surfaces caractéristiques d'un corps pur	424
IV.3) Diagrammes ( $s,T$ )	425
<b>Formulaire de thermodynamique</b>	427
<b>Correction des A.I.D.E. de la cinquième partie</b>	429

## SIXIEME PARTIE : PHENOMENES DIFFUSIFS

<b>Présentation de la sixième partie</b>	443
--	-----

### Chapitre 28 : Diffusion de particules

<b>I/ Approche qualitative</b>	445
<b>II/ Loi de Fick</b>	446
II.1) Champ densité de flux de particules diffusées	446
II.2) Enoncé de la loi de Fick	447
II.3) Commentaires	448
II.4) Compléments sur le coefficient de diffusion	449
II.4.a) Libre parcours moyen	449
II.4.b) Expression générale du coefficient de diffusion	450
<b>III/ Bilan diffusif de particules</b>	451
III.1) Bilan local diffusif de type lagrangien	451
III.2) Bilan diffusif de type eulérien	452
<b>IV/ Equation de diffusion</b>	454
IV.1) Enoncé	454
IV.2) Commentaires et interprétation	455
IV.3) Longueur et durée de diffusion	456

## Chapitre 29 : Viscosité et diffusion

<b>I/ Couche limite</b>	461
I.1) Paradoxe des écoulements parfaits	461
I.2) Conditions aux limites d'un écoulement	462
I.3) Décomposition de Prandtl	463
<b>II/ Lois locales des écoulements H.I.</b>	465
II.1) Loi locale de la dynamique	465
II.1.a) Viscosité cinématique	465
II.1.b) Equation de Navier-Stokes	465
II.2) Dynamique de la vorticité d'un écoulement	466
II.3) Notions sur la similitude	467
<b>III/ Ecoulements réels unidirectionnels</b>	468
<b>IV/ Diffusion cinétique</b>	472
IV.1) Mise en évidence	472
IV.2) Diffusion de quantité de mouvement	473
IV.3) Interprétations du nombre de Reynolds	473
IV.3.a) Quantités de mouvement convective et diffusive	473
IV.3.b) Durées de convection et de diffusion	475
IV.4) Epaisseur de la couche limite	475
<b>V/ éléments de viscosimétrie</b>	477
V.1) Viscosimètre à bille	477
V.2) Viscosimètres à oscillations	478
V.3) Viscosimètre de Couette	479

## Chapitre 30 : Rappels sur la conduction électrique

<b>I/ Conservation de l'électricité</b>	481
I.1) Charge �lectrique	481
I.2) Courant �lectrique	482
I.3) Principe de Franklin	483
I.4) Courant continu	484
<b>II/ Courant ohmique</b>	485
II.1) Vitesse de diffusion électrique	485
II.2) Définitions	486
II.3) Modèle de Drude et loi d'Ohm locale	486
II.4) Conductance et résistance électriques	489
II.5) Loi de Joule	490
II.5.a) Enoncé	490
II.5.b) Lois d'association des conductances-résistances	492
II.5.c) Méthode de calcul direct de conductance-résistance	493

## Chapitre 31 : Diffusion thermique

<b>I/ Loi de Fourier</b>	495
I.1) Flux thermique	495
I.2) Champ densité de flux thermique	496
I.3) Enoncé de la loi de Fourier	496
<b>II/ Bilans thermiques</b>	498
II.1) Bilan thermique local de type lagrangien	498
II.2) Bilan de diffusion thermique de type eulérien	500

<b>III/ « Equation de la chaleur »</b>	502
III.1) Equation de diffusion thermique	502
III.2) Commentaires et interprétation	503
III.3) Conductivité thermique d'un gaz parfait	504
<b>IV/ Diffusion thermique en régime stationnaire</b>	505
IV.1) Conséquences générales de la stationnarité	505
IV.2) Analogie électro-thermique	506
IV.2.a) <i>Mise en lumière</i>	506
IV.2.b) <i>Conductance et résistance thermiques</i>	507
IV.2.c) <i>Lois d'association des conductances et résistances thermiques</i>	508
IV.2.d) <i>Méthodes de calcul de conductance ou résistance thermique</i>	508
IV.3) Phénomènes thermiques superficiels	509
<b>Correction des A.I.D.E. de la sixième partie</b>	519

## SEPTIEME PARTIE : ONDES DE D'ALEMBERT

<b>Présentation de la septième partie</b>	539
---	-----

### *Chapitre 32 : Eléments d'analyse de Fourier*

<b>I/ Série de Fourier</b>	541
I.1) Théorème de Fourier	541
I.2) Calcul des coefficients de Fourier	541
I.2.a) <i>Fonctions spatio-temporelles</i>	541
I.2.b) <i>Préliminaires aux calculs des coefficients</i>	542
I.2.c) <i>Expression des coefficients de Fourier</i>	543
I.3) Applications	544
I.3.a) <i>Fonction en créneaux</i>	544
I.3.b) <i>Fonction en triangles</i>	544
I.4) Formule de Parseval	546
<b>II/ Notions sur la transformée de Fourier</b>	546
II.1) Expression complexe d'une série de Fourier	546
II.2) Décomposition de Fourier continue	547
II.2.a) <i>Transformée de Fourier</i>	547
II.2.b) <i>Propriétés</i>	548
II.2.c) <i>Spectre fréquentiel</i>	548
II.3) Transformée de Fourier d'un créneau	549

### *Chapitre 33 : Phénomènes de propagation unidirectionnelle*

<b>I/ Propagation d'une onde longitudinale</b>	551
I.1) Loi de Hooke	551
I.2) Méthode de Bernoulli	552
I.2.a) <i>Modélisation</i>	552
I.2.b) <i>Equation de propagation longitudinale</i>	554
I.2.c) <i>Commentaires</i>	555
<b>II/ Propagation d'une onde transversale</b>	556
II.1) Rappel : tension le long d'une corde	556
II.2) Méthode de d'Alembert	557

II.2.a) Propagation d'ébranlements transversaux le long d'une corde	557
II.2.b) Equations couplées et équation de propagation	558
II.2.c) Commentaires	559
<b>III/ Propagation le long d'une ligne électrique</b>	<b>561</b>

## **Chapitre 34 : Equation de d'Alembert**

<b>I/ Equation unidirectionnelle de d'Alembert</b>	<b>565</b>
<b>II/ Solution générale de l'équation de d'Alembert</b>	<b>566</b>
II.1) Ondes planes progressives	566
II.1.a) Approche empirique	566
II.1.b) Approche analytique	568
II.2) Ondes planes progressives harmoniques	569
II.3) Représentation complexe d'une O.P.P.H.	570
II.4) Phénomène de dispersion	570
II.5) Importance des O.P.P.H.	571
<b>III/ Ondes stationnaires</b>	<b>573</b>
III.1) Définition et interprétation	573
III.2) Décompositions d'une onde de d'Alembert	574
III.2.a) Décomposition mutuelle d'O.P.P.H. en O.P.S.	574
III.2.b) Détermination des solutions de l'équation de d'Alembert	575
<b>IV/ Cordes vibrantes</b>	<b>576</b>
IV.1) Vibrations d'une corde d'un instrument de musique	577
IV.2) Corde de Melde	579

## **Chapitre 35 : Propagation acoustique**

<b>I/ Modélisation de la propagation acoustique</b>	<b>583</b>
I.1) Hypothèses de modélisation	583
I.2) Grandeurs acoustiques	584
I.3) Mise en équation	585
I.3.a) Equation de conservation massique linéarisée	585
I.3.b) Equation d'Euler linéarisée	585
I.3.c) Equation de compressibilité linéarisée	586
<b>II/ Equations fondamentales de l'acoustique</b>	<b>586</b>
II.1) Couplage acoustique	586
II.2) Equations de propagation acoustique	587
II.2.a) Irrotationnalité de la propagation acoustique	587
II.2.b) Equation d'onde acoustique	588
II.2.c) Longitudinalité des ondes acoustiques	588
II.2.d) Célérité des ondes acoustiques	589
<b>III/ Solution générale de l'équation de d'Alembert</b>	<b>590</b>
III.1) Solutions progressives de l'équation de d'Alembert	590
III.2) Solutions stationnaires de l'équation de d'Alembert	593
III.3) Surfaces d'ondes	593
III.3.a) Définitions	593
III.3.b) Ondes sphériques et ondes planes	594

## Chapitre 36 : Impédance et énergie ondulatoires

I/ Analogies ondulatoires	599
II/ Impédance ondulatoire	600
II.1) Cas d'une ligne électrique	600
II.2) Autres impédances caractéristiques	602
III/ Interface de deux milieux de propagation	604
III.1) Interface acoustique	604
III.1.a) Coefficients de réflexion et de transmission en amplitude	604
III.1.b) Commentaires	606
III.2) Connexion de lignes électriques	609
IV/ Aspect énergétique de la propagation	610
IV.1) Cas d'une ligne électrique	610
IV.1.a) Conservation de l'énergie électromagnétique	610
IV.1.b) Cas d'une O.P.P.H.	611
IV.1.c) Cas d'une O.P.S.	612
IV.2) Cas des ondes acoustiques	612
IV.2.a) Champ densité surfacique de puissance acoustique	612
IV.2.b) Conservation de l'énergie acoustique	613
IV.2.c) Cas d'une O.P.P.H. acoustique	614
IV.2.d) Coefficients de réflexion et de transmission énergétiques	616
IV.2.e) Cas d'une O.P.S. acoustique	617
IV.2.f) Notion d'intensité acoustique	617

## Chapitre 37 : Dispersion et absorption

I/ Exemple de dispersion-absorption	619
I.1) Cas d'une ligne électrique	619
I.2) Relation de dispersion-absorption	620
I.3) Interprétation	621
II) Vitesse de groupe	624
II.1) Propagation de battements ondulatoires	624
II.2) Paquet d'ondes	625
Correction des A.I.D.E. de la septième partie	629

## HUITIEME PARTIE : EQUATIONS DE MAXWELL

Présentation de la huitième partie	653
------------------------------------	-----

### Chapitre 38 : Equations fondamentales de l'électromagnétisme

I/ Grandeurs électromagnétiques fondamentales	655
I.1) Charges et courants électriques	656
I.1.a) Définitions	656
I.1.b) Élément de courant	658
I.2) Champ électromagnétique	659



<b>II/ Equations (dites) de Maxwell</b>	660
II.1) Enoncé des équations de Maxwell	661
II.2) Eléments d'interprétation	663
II.2.a) Conservation du flux magnétique	663
II.2.b) Théorème de Gauss	664
II.2.c) Sources élémentaires du champ électromagnétique	664
II.2.d) Circulation du champ électrique	665
II.2.e) Circulation du champ magnétique	665
<b>III/ Conséquences fondamentales immédiates</b>	666
III.1) Existence de potentiels électromagnétiques	666
III.2) « Principe » de Franklin	667
III.3) Existence d'ondes électromagnétiques	668
<b>IV/ Champ électromagnétique sur une interface</b>	669

## Chapitre 39 : Electromagnétisme stationnaire

<b>I/ Régime stationnaire</b>	675
I.1) Conséquences fondamentales de la stationnarité	675
I.2) Equations de Poisson	675
I.2.a) Cas de l'électrostatique	675
I.2.b) Cas de la magnétostatique	676
<b>II/ Rappels d'électrostatique</b>	677
II.1) Lois locales de l'électrostatique	677
II.2) Conséquence de l'irrotationnalité du champ électrostatique	677
II.2.a) Champ à circulation conservative	677
II.2.b) Surfaces équipotentielles électriques	678
II.2.c) Relation circulation électrique - potentiel	678
II.2.d) Orientation des lignes de champ	678
II.2.e) Analogies	678
II.3) Théorème de Gauss	678
II.4) Expression générale du champ électrostatique	679
II.4.a) Principes généraux	679
II.4.b) Champ électrostatique d'une charge ponctuelle	680
II.4.c) Généralisation	680
II.5) Aspect énergétique	681
<b>III/ Magnétostatique</b>	682
III.1) Lois locales de la magnétostatique	682
III.2) Conséquences de la non divergence du champ magnétique	682
III.2.a) Champ à flux conservatif	682
III.2.b) Propriété fondamentale du potentiel vecteur	682
III.3) Théorème d'Ampère	683
III.4) Expression générale du champ magnétostatique	683
III.4.a) Potentiel vecteur dit de Biot et Savart	683
III.4.b) Loi de Biot et Savart	684
III.4.c) Principes généraux de calcul de champs magnétiques	686
III.5) Aspect énergétique	687

## Chapitre 40 : Rappels sur l'effet Hall et les forces de Laplace

<b>I/ Origine de l'effet Hall</b>	689
<b>II/ Théorie simplifiée de l'effet Hall</b>	690
II.1) Champ de Hall	690
II.2) Tension de Hall	692
II.3) Applications	693
<b>III/ Forces de Laplace</b>	694
III.1) Cas d'un courant quasi filiforme	694
III.2) Cas d'une distribution quelconque de courants	694
III.3) Résultante et moment de Laplace	695
III.4) Application : expériences d'Ampère	695
III.4.a) Force exercée sur un conducteur rectiligne	695
III.4.b) Définition de l'Ampère	696

## Chapitre 41 : Rappels sur les dipôles électromagnétiques

<b>I/ Modèle du doublet électrique</b>	697
I.1) Potentiel électrostatique créé en un point éloigné	697
I.2) Expression du champ électrique dipolaire	698
<b>II/ Actions d'un champ électrique sur un dipôle</b>	701
II.1) Energie potentielle d'un dipôle dans un champ électrique	701
II.2) Actions mécaniques s'exerçant sur dipôle électrique	702
II.2.a) Dipôle dans un champ électrique uniforme	702
II.2.b) Dipôle de direction constante dans un champ hétérogène	702
<b>III/ Dipôle magnétique</b>	703
III.1) Analogie dipolaire	703
III.2) Moment dipolaire magnétique	704
III.3) Actions mécaniques subies par un dipôle magnétique	705

## Chapitre 42 : Induction magnéto-électrique

<b>I/ Approximation du régime quasi-stationnaire</b>	707
I.1) Domaine d'application de l'approximation	707
I.2) Conséquences de l'A.R.Q.S.	709
I.2.a) Conséquences sur le champ magnétique	709
I.2.b) Conséquences sur le champ électrique	709
I.2.c) Conséquences sur l'électrocinétique	710
<b>II/ Approche expérimentale de l'induction</b>	710
II.1) Expériences de Faraday	710
II.2) Loi de Lenz	713
<b>III/ Théorie de l'induction magnéto-électrique</b>	713
III.1) Modélisation du problème	713
III.2) Puissance électromagnétique fournie au circuit	715
III.3) Puissance de Laplace - Puissance électrique induite	716
III.4) Force électromotrice induite - Champ électromoteur	716
III.5) Loi de Faraday-Maxwell	717
<b>IV/ Eléments d'interprétation</b>	718
IV.1) Champs électromoteurs de Neumann et de Lorentz	718
IV.1.a) Champ électromoteur de Neumann	718
IV.1.b) Champ électromoteur de Lorentz	718

IV.2) Modélisation électrocinétique d'un circuit filiforme	719
IV.2.a) Schéma équivalent du circuit	719
IV.2.b) Compléments	719
IV.3) Localisation de la f.e.m. induite	720
IV.4) Puissance de Laplace	720
IV.5) Méthodologie concernant l'étude du phénomène d'induction	721
<b>Annexe : Démonstration d'une formule d'analyse vectorielle méconnue</b>	<b>723</b>

## **Chapitre 43 : Conséquences de l'induction magnéto-électrique**

<b>I/ Auto-induction</b>	725
I.1) Inductance propre	725
I.2) Force électromotrice auto-induite	726
I.3) Modélisation d'une bobine indéformable	727
<b>II/ Induction mutuelle</b>	728
II.1) Inductance mutuelle	728
II.2) F.e.m. d'induction mutuelle	731
<b>III/ Energie magnétique</b>	732
III.1) Définition	732
III.2) Energie magnétique de deux courants électriques	733
<b>IV/ Notions sur les courants de Foucault</b>	734
IV.1) Définition	734
IV.2) Chauffage par induction	734
IV.3) Ralentisseurs à courants de Foucault	735

## **Chapitre 44 : Deux applications de l'induction magnéto-électrique**

<b>I/ Haut-parleur électrodynamique</b>	737
<b>II/ Effet de peau</b>	739
II.1) Conductivité complexe	739
II.2) Etude théorique de l'effet de peau	741
<b>Correction des A.I.D.E. de la huitième partie</b>	<b>743</b>

## **NEUVIEME PARTIE : ONDES ELECTROMAGNETIQUES**

<b>Présentation de la neuvième partie</b>	<b>769</b>
---	------------

### **Chapitre 45 : Propagation électromagnétique dans le vide**

<b>I/ Onde électromagnétique dans le vide</b>	771
<b>II/ Ondes électromagnétiques planes progressives</b>	773
II.1) Structure des ondes électromagnétiques dans le vide	773
II.1.a) Transversalité	773
II.1.b) Equations couplées	773
II.1.c) Relation champ électrique - champ magnétique	774
II.2) O.P.P.M.	776

## Chapitre 46 : Champ de Poynting

<b>I/ Conservation de l'énergie électromagnétique</b>	779
I.1) Puissance électromagnétique reçue par les porteurs de charge	779
I.2) Interprétation	780
<b>II/ Applications</b>	782
II.1) Définition énergétique de la résistance électrique	782
II.2) Définition énergétique de l'inductance d'un circuit électrique	784
II.3) Définition énergétique de la capacité électrique	785
<b>III/ Champ de Poynting d'une O.P.P.M.</b>	787

## Chapitre 47 : Modèle classique d'émission électromagnétique

<b>I/ Dipôle électrique rayonnant</b>	791
I.1) Modélisation	791
I.2) Potentiel vecteur rayonné	791
<b>II/ Champ rayonné lointain</b>	793
II.1) Approximation du rayonnement lointain	793
II.2) Expression du champ électromagnétique lointain	794
II.3) Commentaires sur le champ lointain	795
<b>III/ Puissance rayonnée</b>	796
III.1) Champ de Poynting	796
III.2) Cas du rayonnement monochromatique	797
III.2.a) <i>Champ de Poynting moyen</i>	797
III.2.b) <i>Diffusion Rayleigh</i>	799
III.3) Généralisation - Formule de Larmor	800

## Chapitre 48 : Propagation électromagnétique en milieu matériel

<b>I/ Polarisation électrique d'un milieu matériel</b>	803
I.1) Approche qualitative	803
I.2) Courant et charges de polarisation	805
<b>II/ Modèle de l'électron élastiquement lié</b>	807
II.1) Susceptivité électrique complexe	807
II.2) Généralisation	810
<b>III/ Onde électromagnétique dans un diélectrique</b>	811
III.1) Equations de Maxwell dans un diélectrique	811
III.2) Cas des ondes monochromatiques	812
III.3) Indice complexe	813
III.3.a) <i>Définition</i>	813
III.3.b) <i>Influence de l'indice d'extinction <math>\kappa</math></i>	814
III.3.c) <i>Influence de l'indice de réfraction <math>n</math></i>	815
III.4) Absorption énergétique	816
III.5) Relation de Rayleigh	817
<b>IV/ Dioptré électromagnétique</b>	818
IV.1) Lois de passage sur un dioptré électromagnétique	818
IV.2) Lois de Snel-Descartes	819
IV.3) Réflexion et réfraction normale sur une surface dioptrique	821
IV.3.a) <i>Impédance caractéristique d'un milieu diélectrique</i>	821
IV.3.b) <i>Relations de Fresnel</i>	822

IV.3.c) Aspect énergétique	824
<b>V/ Propagation E.M. dans divers milieux</b>	825
V.1) Interprétation directe de l'indice complexe	825
V.2) Propagation dans un milieu polaire	826
V.3) Propagation dans un plasma	827
<b>Correction des A.I.D.E. de la neuvième partie</b>	829

## DIXIEME PARTIE : ONDES LUMINEUSES

<b>Présentation de la dixième partie</b>	845
--	-----

### *Chapitre 49 : Modèle scalaire de la propagation lumineuse*

<b>I/ Théorie ondulatoire de la lumière</b>	847
I.1) Hypothèses préalables	847
I.2) Amplitude lumineuse et éclairement	847
<b>II/ Ondes lumineuses monochromatiques</b>	848
II.1) Définitions	848
II.2) Propagation en milieu L.H.I.	849
II.2.a) Indice de réfraction	849
II.2.b) Onde lumineuse sphérique	850
II.2.c) Ondes lumineuses (localement) planes	851
II.3) Interprétation électromagnétique	852
<b>III/ Chemin optique</b>	853
III.1) Définition	853
III.2) Interprétation et conséquences	854
III.3) Surfaces d'onde monochromatique	855
III.4) Propriété fondamentale du chemin optique	856
<b>Annexe : Equation des rayons lumineux</b>	857

### *Chapitre 50 : Interférences*

<b>I/ Superposition de deux ondes monochromatiques</b>	859
I.1) Modèle classique d'émission et de propagation lumineuse	859
I.2) Eclaircissement résultant d'une superposition d'ondes lumineuses	861
<b>II/ Conditions d'interférence</b>	862
II.1) Condition de synchronisme	862
II.2) Condition de division d'onde	863
II.3) Condition de retard entre trains d'ondes	864
<b>III/ Interférence entre deux ondes</b>	866
III.1) Source primaire idéale	866
III.2) Différence de marche et ordre d'interférence	867
III.2.a) Différence de marche	867
III.2.b) Ordre d'interférence	867
III.3) Franges d'interférence	867
III.4) Contraste des franges	870
<b>IV/ Exemples de dispositifs interférentiels</b>	871
IV.1) Miroirs de Fresnel	871
IV.2) Franges d'Haidinger	874

## Chapitre 51 : Polarisation des ondes électromagnétiques

<b>I/ Approche empirique de la polarisation</b>	877
I.1) Expériences de Malus	877
I.2) Polarisation des ondes hertziennes	878
I.3) Quelques modes de polarisation de la lumière	878
I.3.a) Polarisation par diffusion Rayleigh	878
I.3.b) Polarisation par réflexion	880
I.3.c) Polarisation par polaroïds	881
<b>II/ Etude de la polarisation électromagnétique</b>	882
II.1) Définitions	882
II.2) Polarisation rectiligne	882
II.3) Polarisation elliptique	883
II.4) Aspect énergétique – Loi de Malus	885
II.5) Polarisation et interférence	887
<b>III/ Biréfringence</b>	888
III.1) Définition	888
III.2) Lames à retard de phase	889
III.3) Biréfringence et interférence	890
III.4) Lame quart d'onde	892
III.5) Lame demi-onde	892

## Chapitre 52 : Interféromètre de Michelson

<b>I/ Présentation du dispositif</b>	893
I.1) Description	893
I.2) « Repliement » du michelson	895
I.2.a) Séparatrice équivalente	895
I.2.b) Tracé des rayons lumineux dans un michelson	896
<b>II/ Michelson en lame d'air</b>	898
II.1) Conditions pour qu'un michelson soit réglé en « lame d'air »	898
II.2) Franges d'égale inclinaison	899
II.2.a) Différence de marche et ordre d'interférence	899
II.2.b) Eclairement et rayon des anneaux	901
II.3) Une utilisation du michelson en lame d'air parmi d'autres	902
<b>III/ Michelson en coin d'air</b>	903
III.1) Condition pour qu'un michelson soit réglé en « coin d'air »	903
III.2) Franges d'égale épaisseur	904
III.3) Une utilisation du michelson en coin d'air parmi d'autres	906

## Chapitre 53 : Cohérence d'une source lumineuse

<b>I/ Interférences en lumière polychromatique</b>	909
I.1) Cas d'un doublet spectral	909
I.2) Cas d'une distribution spectrale	911
I.2.a) Densité spectrale	911
I.2.b) Condition de cohérence temporelle d'une source	912
I.2.c) Interférence en lumière blanche	913
<b>II/ Cohérence spatiale</b>	914

## Chapitre 54 : Diffraction

<b>I/ Principe de Huygens-Fresnel</b>	917
I.1) Diffraction mécanique	917
I.2) Application à la lumière	918
<b>II/ Diffraction de Fraunhofer</b>	920
II.1) Conditions de Fraunhofer	920
II.2) Expression générale de l'éclairement diffracté	921
II.3) Diffraction de Fraunhofer par une ouverture rectangulaire	922
II.3.a) Expression de l'éclairement	922
II.3.b) Tache centrale de diffraction	924
II.3.c) Fente fine	925
<b>III/ Autres exemples de diffraction</b>	926
III.1) Diffraction par une ouverture circulaire	926
III.2) Trous et fentes d'Young	927
<b>IV/ Conséquences de la diffraction</b>	930
IV.1) Résolution des appareils optiques	930
IV.2) Diaphragme de transparence variable	931
IV.3) Omniprésence du phénomène de diffraction	931

## Chapitre 55 : Réseaux optiques à transmission

<b>I/ Généralités théoriques</b>	935
I.1) Définitions	935
I.2) Différence de marche entre deux rayons diffractés parallèles	936
I.3) Commentaires	936
I.4) Calcul de l'éclairement diffracté par un réseau	937
<b>II/ Spectroscopie à réseau</b>	939
II.1) Déviation d'un réseau	939
II.2) Dispersion d'un réseau	941
<b>Annexe 1 : Pouvoir de résolution</b>	942
<b>Annexe 2 : Rappels sur le prisme</b>	943
<b>Correction des A.I.D.E. de la dixième partie</b>	951

FIN DE LA TABLE DES MATIERES