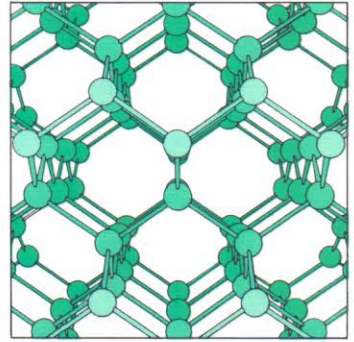


**TRAITÉ DES MATÉRIAUX**

**8**



**PHYSIQUE  
DES MATÉRIAUX**

*Maurice Gerl    Jean-Paul Issi*

---

# TABLE DES MATIÈRES

	PRÉSENTATION DU TRAITÉ DES MATÉRIAUX .....	V
	PRÉFACE .....	VII
	AVANT-PROPOS .....	IX
CHAPITRE 1	INTRODUCTION	
	1.1 Objectifs.....	1
	1.2 Généralités .....	1
	1.3 De l'atome et la molécule au dispositif pratique .....	3
	1.4 Quelques tendances actuelles .....	3
	1.5 Méthodes de calcul .....	5
	1.6 Outils de caractérisation .....	6
	1.7 Science des matériaux et matériaux nouveaux .....	7
	1.8 Essai de classification .....	7
	1.9 Compétition entre matériaux .....	8
	1.10 Disciplines et finalités.....	9
	1.11 Propriétés .....	10
	1.12 Effet de l'environnement .....	11
	1.13 Cadre de ce volume.....	11
CHAPITRE 2	ARCHITECTURE ATOMIQUE ET MOLÉCULAIRE	
	2.1 Objectifs.....	15
	2.2 Généralités .....	15
	2.3 Construction d'un matériau .....	16
	2.4 Courbes de Condon-Morse .....	18
	2.5 Rappels de mécanique quantique.....	26
	2.6 Liaisons interatomiques.....	29
	2.7 Etat cristallin.....	46
	2.8 Structure des solides cristallins.....	49
	2.9 Imperfections cristallines.....	55
	2.10 Matériaux non cristallins .....	64
	2.11 Alliages métalliques.....	66

	2.12 Hétérostructures et superréseaux .....	70
	2.13 Quasi-cristaux .....	71
	2.14 Résumé et conclusions.....	74
	2.15 Exemple illustratif: solidification de l'hélium.....	75
	2.16 Exercices.....	76
	2.17 Bibliographie .....	77
CHAPITRE 3	ONDES ÉLASTIQUES DANS LES SOLIDES	
	3.1 Objectifs.....	79
	3.2 Ondes élastiques dans un milieu continu et isotrope.....	79
	3.3 Ondes élastiques dans un milieu périodique.....	97
	3.4 Équation d'état et dilatation des solides .....	118
	3.5 Méthodes expérimentales de détermination des lois de dispersion .....	124
	3.6 Résumé et conclusions.....	128
	3.7 Exemple illustratif: ondes élastiques de surface.....	130
	3.8 Exercices.....	133
	3.9 Bibliographie .....	135
CHAPITRE 4	ÉLECTRONS LIBRES ET PRESQUE LIBRES	
	4.1 Objectifs.....	137
	4.2 Classification des états électroniques.....	138
	4.3 Gaz d'électrons des métaux normaux.....	139
	4.4 Approximation des électrons libres. Energie de fermi .....	141
	4.5 Propriétés physiques du gaz d'électrons libres d'un métal normal.....	146
	4.6 Approximation des électrons presque libres.....	163
	4.7 Conséquences physiques de la présence de bandes interdites.....	178
	4.8 Résumé et conclusions.....	196
	4.9 Exemple illustratif: mise en évidence expérimentale d'une transition de Peierls .....	199
	4.10 Exercices.....	203
	4.11 Bibliographie .....	204
CHAPITRE 5	ÉLECTRONS LIÉS: DES MÉTAUX DE TRANSITION ET DES SEMICONDUCTEURS	
	5.1 Objectifs.....	205
	5.2 Structure électronique de l'ion $H_2^+$ .....	205
	5.3 Description d'une structure de bandes en liaisons fortes..	212
	5.4 Bande $d$ des métaux de transition .....	224
	5.5 Structure de bandes des semiconducteurs.....	243
	5.6 Résumé et conclusions.....	267

	5.7 Exemple illustratif: les matériaux carbonés .....	269
	5.8 Exercices .....	273
	5.9 Bibliographie .....	274
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE</b>	
	6.1 Objectifs.....	277
	6.2 Phénomènes de transport .....	277
	6.3 Conducteurs, semiconducteurs et isolants .....	282
	6.4 Conductivité électrique des métaux .....	286
	6.5 Conductivité électrique des semiconducteurs.....	308
	6.6 Conductivité électrique des semimétaux .....	324
	6.7 Conducteurs synthétiques .....	328
	6.8 Quasi-cristaux .....	330
	6.9 Supraconductivité .....	332
	6.10 Résumé et conclusions.....	341
	6.11 Exemple illustratif:	
	cryocâbles et aimants supraconducteurs .....	342
	6.12 Exercices .....	345
	6.13 Bibliographie .....	345
<b>CHAPITRE 7</b>	<b>CONDUCTIVITÉ THERMIQUE</b>	
	7.1 Objectifs.....	347
	7.2 Introduction.....	347
	7.3 Loi de Fourier et principe de mesure .....	348
	7.4 Aspect cinétique.....	349
	7.5 Mécanismes de conduction thermique.....	352
	7.6 Lois d'additivité.....	354
	7.7 Conductivité thermique électronique.....	356
	7.8 Conductivité thermique de réseau.....	363
	7.9 Conductivité de matériaux cristallins typiques.....	383
	7.10 Matériaux non cristallins .....	395
	7.11 Quasi-cristaux .....	398
	7.12 Remarque .....	400
	7.13 Résumé et conclusions.....	400
	7.14 Exemple illustratif.....	400
	7.15 Exercices .....	405
	7.16 Bibliographie .....	405
<b>CHAPITRE 8</b>	<b>EFFETS THERMOÉLECTRIQUES</b>	
	8.1 Objectifs.....	407
	8.2 Généralités .....	407
	8.3 Aperçu historique.....	411
	8.4 Relations de Kelvin.....	412
	8.5 Mécanismes de génération thermoélectrique.....	414

	8.6	Expression du PTE des solides.....	415
	8.7	Résultats typiques.....	427
	8.8	Principe de la mesure du PTE.....	431
	8.9	Conversion thermoélectrique.....	432
	8.10	Résumé et conclusions.....	446
	8.11	Exemple illustratif: mesure des températures par thermocouples.....	446
	8.12	Exercices.....	452
	8.13	Bibliographie.....	453
CHAPITRE 9		<b>PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES DES MATÉRIAUX</b>	
	9.1	Objectifs.....	455
	9.2	Matière polarisée.....	455
	9.3	Mécanismes de polarisation.....	466
	9.4	Ferroélectricité.....	480
	9.5	Pyroélectricité, piézoélectricité.....	492
	9.6	Résumé et conclusions.....	497
	9.7	Exemple illustratif: utilisation des céramiques.....	498
	9.8	Exercices.....	501
	9.9	Bibliographie.....	505
CHAPITRE 10		<b>PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES MATÉRIAUX</b>	
	10.1	Objectifs.....	507
	10.2	Description de la matière aimantée. Dipôles magnétiques.....	507
	10.3	Magnétisme des atomes et des ions.....	519
	10.4	Diamagnétisme.....	525
	10.5	Paramagnétisme.....	529
	10.6	Ferromagnétisme.....	536
	10.7	Antiferromagnétisme et ferrimagnétisme.....	546
	10.8	Ferromagnétisme de Fe, Co et Ni.....	554
	10.9	Le cycle d'hystérésis.....	560
	10.10	Résumé et conclusions.....	584
	10.11	Exemple illustratif.....	587
	10.12	Exercices.....	588
	10.13	Bibliographie.....	592
CHAPITRE 11		<b>SURFACES ET IMPURETÉS DES MATÉRIAUX</b>	
	11.1	Objectifs.....	593
	11.2	Différents types de défauts.....	593
	11.3	Surfaces.....	595
	11.4	Défauts ponctuels et diffusion.....	609
	11.5	Structure électronique des défauts ponctuels dans les métaux.....	632

---

11.6 Défauts ponctuels dans les solides ioniques et les oxydes	664
11.7 Résumé et conclusions .....	680
11.8 Exemple illustratif. Le processus photographique .....	681
11.9 Exercices.....	684
11.10 Bibliographie .....	687
INDEX.....	689
BIOGRAPHIE DES AUTEURS .....	702