
TABLE DES MATIÈRES

	PRÉSENTATION DU TRAITÉ DES MATÉRIAUX	V
	AVANT-PROPOS	VII
CHAPITRE 1	INTRODUCTION À L'ANALYSE DE SURFACES ET INTERFACES	
	1.1 Objectifs.....	1
	1.2 Propriétés de base	1
	1.3 Définition de la surface d'un solide.....	1
	1.4 Les méthodes d'analyse et leurs domaines d'application	3
	1.5 Bibliographie	6
CHAPITRE 2	TOPOGRAPHIE ET ÉPAISSEUR DES COUCHES MINCES	
	2.1 Objectifs.....	7
	2.2 Définition de quelques paramètres de rugosité.....	7
	2.3 Principe des mesures	9
	2.4 Exemples de mesures de rugosité	15
	2.5 Résumé	17
	2.6 Exercices.....	18
	2.7 Bibliographie	19
CHAPITRE 3	SPECTROSCOPIE DES PHOTOÉLECTRONS	
	3.1 Objectifs.....	21
	3.2 Méthode	21
	3.3 Spectres des photoélectrons.....	22
	3.4 Instrumentation.....	31
	3.5 Analyse quantitative	37
	3.6 Exercices.....	42
	3.7 Résumé	43
	3.8 Bibliographie	44
CHAPITRE 4	SPECTROSCOPIE D'ÉLECTRONS AUGER	
	4.1 Objectifs.....	45
	4.2 Méthode	45
	4.3 Spectres des électrons Auger	46
	4.4 Instrumentation.....	53

	4.5	Analyse quantitative	62
	4.6	Exercices.....	66
	4.7	Résumé	66
	4.8	Bibliographie	67
CHAPITRE 5	SPECTROMÉTRIES IONIQUES		
	5.1	Objectifs.....	69
	5.2	Méthode	69
	5.3	Principe.....	70
	5.4	Instrumentation.....	77
	5.5	Analyse quantitative	85
	5.6	Postionisation.....	86
	5.7	Spectroscopie à décharge lumineuse.....	88
	5.8	Exemples pratiques.....	90
	5.9	Exercices.....	92
	5.10	Résumé	92
	5.11	Bibliographie	93
CHAPITRE 6	PROFILS EN PROFONDEUR		
	6.1	Objectifs.....	95
	6.2	Introduction	95
	6.3	Vitesse et rendement du décapage ionique	98
	6.4	Résolution en profondeur	99
	6.5	Décapage ionique préférentiel.....	103
	6.6	Analyse quantitative	105
	6.7	Présentation de quelques exemples d'étude de profils	109
	6.8	Exercices.....	114
	6.9	Résumé	114
	6.10	Bibliographie	115
CHAPITRE 7	SONDES NANOMÉTRIQUES		
	7.1	Objectifs.....	117
	7.2	Famille des sondes.....	117
	7.3	Principe du microscope à effet tunnel	118
	7.4	Modes d'opération.....	120
	7.5	Théorie du STM.....	121
	7.6	La pointe du STM.....	124
	7.7	Principe et instrumentation du microscope à Force Atomique (AFM)	124
	7.8	Autres sondes.....	128
	7.9	Résumé	132
	7.10	Exercices.....	133
	7.11	Bibliographie	133
CHAPITRE 8	COMPARAISON DES MÉTHODES ANALYTIQUES.....		135

CHAPITRE 9	INTRODUCTION AUX TRAITEMENTS DE SURFACES	
9.1	Objectifs.....	139
9.2	Classification des traitements de surface	141
9.3	Importance des traitements de surface.....	142
9.4	Bibliographie	143
CHAPITRE 10	TRAITEMENTS THERMIQUES	
10.1	Objectifs	145
10.2	Introduction	145
10.3	Transfert de chaleur.....	147
10.4	Trempe superficielle des aciers.....	153
10.5	Options technologiques	156
10.6	Résumé	158
10.7	Exercices.....	158
10.8	Bibliographie	158
CHAPITRE 11	TRAITEMENTS MÉCANIQUES	
11.1	Objectifs	159
11.2	Chargeurs en poudre.....	159
11.3	Traitement par impact.....	161
11.4	Méthodes d'application	163
11.5	Modification de structure par déformation plastique	164
11.6	Résumé	165
11.7	Exercices.....	165
11.8	Bibliographie	166
CHAPITRE 12	TRAITEMENTS PAR DIFFUSION	
12.1	Objectifs	167
12.2	Introduction, méthodes et principes	167
12.3	Réaction avec la surface et formation d'une interphase	169
12.4	Diffusion de la matière	170
12.5	Formation d'une couche de composé défini.....	171
12.6	Diffusion de métaux	178
12.7	Ionisation sous vide, plasma.....	183
12.8	Implantation ionique.....	188
12.9	Résumé	190
12.10	Exercices.....	190
12.11	Bibliographie	191
CHAPITRE 13	REVÊTEMENTS À PARTIR DE PHASES SOLIDES	
13.1	Objectifs	193
13.2	Adhésion.....	193
13.3	Méthodes de mise en forme des poudres.....	195
13.4	Application mécanique d'une poudre fine.....	196
13.5	«Cladding» par explosion	197

	13.6	Revêtements par laminage.....	198
	13.7	Revêtements par frittage.....	200
	13.8	Résumé	203
	13.9	Exercices.....	204
CHAPITRE 14	REVÊTEMENTS À PARTIR D'UNE PHASE LIQUIDE		
	14.1	Objectifs	205
	14.2	Laquage	205
	14.3	Solidification	222
	14.4	Revêtement métallique par coulée ou immersion	225
	14.5	Revêtements par soudage, projection thermique ou laser	227
	14.6	Revêtement par projection plasma	229
	14.7	Cladding avec laser ou par faisceau d'électrons.....	231
	14.8	Emallage.....	231
	14.9	Résumé	233
	14.10	Exercices.....	234
	14.11	Bibliographie	235
CHAPITRE 15	REVÊTEMENTS À PARTIR D'UNE PHASE GAZEUSE (PVD/CVD)		
	15.1	Objectifs	237
	15.2	Introduction	237
	15.3	Evaporation.....	239
	15.4	Condensation: PVD non réactif	243
	15.5	Ecoulement moléculaire	245
	15.6	Condensation et nucléation hétérogènes	250
	15.7	Pulvérisation cathodique	256
	15.8	Dépôts réactifs.....	258
	15.9	Equipements	270
	15.10	Applications.....	273
	15.11	Exercices.....	275
	15.12	Bibliographie	278
CHAPITRE 16	REVÊTEMENTS À PARTIR D'UNE PHASE IONIQUE		
	16.1	Objectifs	279
	16.2	Revêtements à partir d'électrolytes. Principes	279
	16.3	Revêtements électrolytiques, galvanoplastie.....	285
	16.4	Dépôts autocatalytiques.....	288
	16.5	Dépôts par déplacement galvanique, revêtements de conversion chimique.....	291
	16.6	Revêtements de conversion électrochimique, anodisation.....	297
	16.7	Plasma: plaquage ionique.....	299
	16.8	Exercices.....	303
	16.9	Bibliographie	304

CHAPITRE 17 COMBINAISONS DE PROCÉDÉS		
17.1	Objectifs	305
17.2	Introduction	305
17.3	Traitements DUPLEX	310
17.4	Moulage des métaux sous pression	312
17.5	Exemples divers.....	314
17.6	Exercices.....	315
17.7	Bibliographie	315
CHAPITRE 18 INGÉNIERIE DES MÉTHODES DE TRAITEMENT DE SURFACE		
18.1	Objectifs	317
18.2	Introduction	317
18.3	Rendement en matière	318
18.4	Consommation d'énergie spécifique	318
18.5	Pouvoir de pénétration.....	320
18.6	Consommation de vecteurs.....	323
18.7	Méthodes de nettoyage	324
18.8	Exercices.....	327
18.9	Bibliographie	328
CHAPITRE 19 MÉTALLURGIE DES COUCHES MINCES		
19.1	Objectifs	329
19.2	Morphologie des couches minces.....	329
19.3	Propriétés mécaniques des couches minces	335
19.4	Influence de la méthode de fabrication.....	337
19.5	Résumé	337
19.6	Exercices.....	337
19.7	Bibliographie	338
CHAPITRE 20 APPLICATIONS		
20.1	Objectifs	339
20.2	Outils	339
20.3	Mécanismes d'usure des outils.....	340
20.4	Utilisation d'un matériau composite avec gradation de fonctionnalité	341
20.5	Résultats d'application pour les outils de coupe	344
20.6	Composants de moteur à combustion.....	346
20.7	Lunettes	347
20.8	Bibliographie	349
CHAPITRE 21 ÉLÉMENTS DE TRIBOLOGIE. INTRODUCTION		
21.1	Tribologie: définition – historique	351
21.2	Aspects industriels et économiques.....	353
21.3	Perspectives de la tribologie.....	354
21.4	Bibliographie	354

CHAPITRE 22	ANALYSE TRIBOLOGIQUE DES SYSTÈMES	
22.1	Objectifs	355
22.2	Système tribologique.....	356
22.3	Paramètres fonctionnels.....	357
22.4	Phénomènes observables	360
22.5	Mécanismes d'endommagement des surfaces.....	361
22.6	Exercices.....	363
22.7	Bibliographie	363
CHAPITRE 23	ASPECTS MÉCANIQUES ET THERMIQUES DU CONTACT	
23.1	Objectifs	365
23.2	Actions de contact	365
23.3	Contraintes et déformations de contact	368
23.4	Lois de frottement	380
23.5	Thermique du contact.....	387
23.6	Exercices.....	391
23.7	Bibliographie	393
CHAPITRE 24	USURE	
24.1	Objectifs	395
24.2	Introduction	395
24.3	Usure adhésive.....	396
24.4	Usures abrasive et érosive	404
24.5	Usure par fatigue de contact.....	408
24.6	Usure par réaction tribochimique	414
24.7	Exercices.....	415
24.8	Bibliographie	416
CHAPITRE 25	MATÉRIAUX DE FRICTION	
25.1	Objectif.....	417
25.2	Tribologie et conception.....	417
25.3	Résistance à l'usure adhésive	418
25.4	Matériaux résistant à l'abrasion et à l'érosion.....	425
25.5	Matériaux résistant à la déformation et à la fatigue de contact	427
25.6	Traitements et revêtements de surface.....	428
25.7	Le frottement lubrifié non conventionnel – lubrifiants solides.....	432
25.8	Exercices.....	436
25.9	Bibliographie	437
CHAPITRE 26	ÉLÉMENTS DE LUBRIFICATION	
26.1	Objectifs	439
26.2	Les différents régimes de lubrification	439

26.3	Propriétés des lubrifiants	441
26.4	Lubrification hydrostatique	445
26.5	Base de la lubrification hydrodynamique	451
26.6	Lubrification élastohydrodynamique.....	463
26.7	Paliers poreux	467
26.8	Lubrification limite ou onctueuse.....	470
26.9	Exercices.....	471
26.10	Bibliographie	471
ANNEXE 1	Tableau périodique des éléments.....	473
ANNEXE 2	Liste des acronymes	475
ANNEXE 3	Liste des symboles.....	477
	A.3.1 Variables	477
	A.3.2 Constantes	486
	INDEX.....	487
	BIOGRAPHIE DES AUTEURS	496