

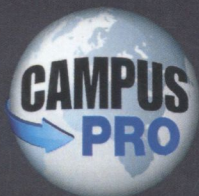
Guy **Murry**
Robert **Lévêque**

AIDE-MÉMOIRE

Métallurgie



- Métaux et alliages
- Comportements mécaniques
- Traitements thermiques



4^e édition

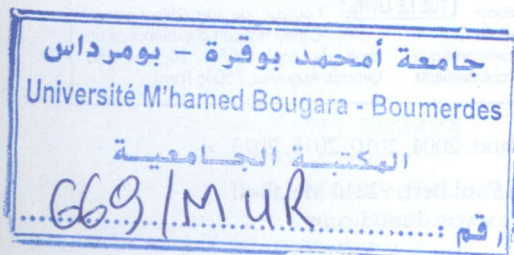
DUNOD

Guy Murry
Robert Lévêque



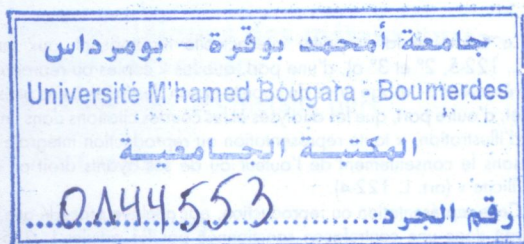
AIDE-MÉMOIRE

Métallurgie



4^e édition

neuf



DUNOD

Table des matières

1 ■ Des atomes aux métaux polycristallins	1
1.1 Les atomes	1
1.2 Les liaisons entre atomes	8
1.3 Les forces de liaisons interatomiques	9
1.4 La structure des métaux solides	11
1.5 Les agrégats	14
1.6 Les défauts des cristaux	15
1.7 Explication de la signification des indices	23
2 ■ Le comportement mécanique d'un métal	27
2.1 La déformation élastique	27
2.2 La déformation plastique	35
2.3 Les ruptures	42
3 ■ Les propriétés des métaux	49
3.1 Les propriétés mécaniques	50
3.2 La résistance aux attaques chimiques	84
3.3 La résistance à la dégradation par usure et corrosion ou oxydation	99
4 ■ Les propriétés mécaniques des métaux purs – Le durcissement nécessaire	105
4.1 Les propriétés mécaniques des métaux purs	105
4.2 Le durcissement des métaux	107
4.3 La diffusion à l'état solide	121
5 ■ Les alliages métalliques	135
5.1 Quelques définitions	135
5.2 La règle des phases	137

5.3	Les alliages binaires	139
5.4	Quelques notions sur les alliages plus complexes que les alliages binaires	169
5.5	Une remarque importante	173
6	Changements d'état des alliages métalliques	175
6.1	La solidification en conditions industrielles	175
6.2	Les transformations à l'état solide en conditions industrielles	185
6.3	Bilan de certaines connaissances acquises – Les traitements thermiques	199
7	Les traitements thermiques	205
7.1	Les opérations du traitement de durcissement	205
7.2	Les opérations des traitements d'adoucissement	222
8	L'aluminium et ses alliages	223
8.1	Généralités	223
8.2	Le durcissement des alliages d'aluminium	224
8.3	Les éléments d'alliage dans les alliages d'aluminium	227
8.4	Les différentes classes d'alliages d'aluminium	227
8.5	Les normes définissant les alliages d'aluminium	228
8.6	Les changements d'état des alliages d'aluminium	232
8.7	Aspects industriels sur les alliages d'aluminium	235
9	Le cuivre et ses alliages	257
9.1	Généralités	257
9.2	Le durcissement des alliages de cuivre	258
9.3	Les éléments d'alliage dans le cuivre	260
9.4	Les différentes classes d'alliages de cuivre	261
9.5	Les normes définissant les alliages de cuivre	262
9.6	Les changements d'état des alliages de cuivre	266
9.7	Aspects industriels sur les cuivres alliés et alliages de cuivre	269

10 ■ Le nickel et ses alliages	283
10.1 Généralités	283
10.2 Le durcissement des alliages de nickel	284
10.3 Les éléments d'alliage dans les alliages de nickel	285
10.4 Les différentes classes d'alliages de nickel	286
10.5 Les normes définissant les alliages de nickel	287
10.6 Les changements d'état des alliages de nickel	289
10.7 Aspects industriels sur les alliages de nickel	292
11 ■ Le titane et ses alliages	301
11.1 Généralités	301
11.2 Le durcissement des alliages de titane	303
11.3 Les éléments d'alliage dans les alliages de titane	305
11.4 Les différentes classes d'alliages de titane	308
11.5 Les normes définissant les alliages de titane	310
11.6 Les changements d'état des alliages de titane	312
11.7 Aspects industriels sur les alliages de titane	316
12 ■ Le zirconium et ses alliages	325
12.1 Généralités	325
12.2 Durcissement des alliages de zirconium	326
12.3 Les éléments d'alliage dans les alliages de zirconium	327
12.4 Les différentes classes d'alliages de zirconium et leurs propriétés	328
12.5 Aspects industriels sur les alliages de zirconium	332
12.6 Perspectives	335
13 ■ Le magnésium et ses alliages	337
13.1 Généralités	337
13.2 Les différents éléments d'alliage	338
13.3 Les alliages de magnésium	338
13.4 Aspects industriels sur les alliages de magnésium	351
14 ■ Le fer et ses alliages	355
14.1 Généralités	355
14.2 Le durcissement des alliages de fer	355

14.3	Les éléments d'alliage dans les alliages de fer	357
14.4	Les différentes classes d'alliages de fer	362
14.5	Les normes définissant les alliages de fer	366
14.6	Les changements d'état des alliages de fer	380
14.7	Aspects industriels	401

A1 ■ Les alliages à mémoire de forme 443

A1.1	Généralités	443
A1.2	Principaux alliages à mémoire de forme	445
A1.3	Évolution des propriétés des alliages à mémoire de forme	448
A1.4	Principes d'application des alliages à mémoire de forme	450
A1.5	Domaines d'application des alliages à mémoire de forme	450
A1.6	Méthodes d'élaboration et évolution	451

A2 ■ Les verres métalliques 453

A2.1	Généralités	453
A2.2	Quelques notions sur les verres métalliques	455
A2.3	Propriétés mécaniques des verres métalliques	459
A2.4	Propriétés magnétiques des verres métalliques	460
A2.5	Aspects industriels sur les verres métalliques	461

Index 465

AIDE-MÉMOIRE

Métallurgie

Cet aide-mémoire rassemble les informations de base essentielles au choix et à l'utilisation des métaux.

Il rappelle les notions de **métallurgie physique** indispensables et aborde de manière détaillée :

- la spécificité et le **comportement des métaux** ;
- les **propriétés mécaniques** ;
- les différents modes de **durcissement** ;
- les principaux **types d'alliages** ainsi que leurs domaines d'utilisation ;
- les **traitements thermiques** et les relations structures/propriétés.

Cette quatrième édition, actualisée des données normatives, et enrichie de compléments sur les alliages de magnésium, les alliages à mémoire de forme et les verres métalliques, est destinée aux concepteurs et constructeurs qui utilisent des métaux. Elle constitue également un outil de travail pour les étudiants et élèves ingénieurs en matériaux.

La collection AIDE-MÉMOIRE

- des notions de base indispensables
- des données directement opérationnelles
- un outil de travail efficace au quotidien



9 782100 852451

3090357

ISBN 978-2-10-085245-1



FILM À JETER

4^e édition

GUY MURRY

Ingénieur de l'École nationale supérieure d'électrochimie et d'électrometallurgie de Grenoble, docteur-ingénieur et ancien directeur de l'Office technique pour l'utilisation de l'acier (OTUA), l'auteur a poursuivi sa carrière en tant qu'ingénieur-conseil.

ROBERT LÉVÊQUE

Ingénieur civil des Mines, président d'honneur du Cercle d'études des métaux (École des Mines de Saint-Étienne), l'auteur qui a été directeur technique d'un établissement de l'IRSID, est spécialiste de la métallurgie des aciers spéciaux, des matériaux résistants à l'usure et des traitements de surface par voie sèche.

DUNOD
une page d'avance