

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
<b>Chapitre 1. Dynamique par effet électromagnétique</b> . . . . .	3
1.1. Chocs électromagnétiques et applications . . . . .	3
1.1.1. Introduction . . . . .	3
1.1.2. Chocs électromagnétiques . . . . .	4
1.1.2.1. Applications de chocs . . . . .	7
1.1.3. Champ magnétique et courant induit dans les métaux . . . . .	11
1.1.3.1. Impulsion du champ magnétique et courant induit dans les métaux . . . . .	17
1.1.4. Mesure courant et champ magnétique . . . . .	20
1.1.5. Épaisseur de peau . . . . .	21
1.1.6. Pression électromagnétique . . . . .	22
1.1.7. Ordre de grandeur du champ magnétique et de la densité d'énergie électromagnétique pour obtenir une déformation . . . . .	23
1.2. Déformation par l'impulsion électromagnétique . . . . .	25
1.2.1. Déplacement, énergie cinétique, taux de déformation . . . . .	25
1.2.1.1. Calcul de la déformation en compression d'un tube . . . . .	27
1.2.1.2. Calcul du volume de travail . . . . .	31
1.2.2. Impulsion de la contrainte électromagnétique . . . . .	33
1.2.2.1. Contrainte interne dans l'épaisseur de peau $\delta$ et pour des épaisseurs de matériaux inférieures à $\delta$ . . . . .	33
1.2.2.2. Choc électronique, valeurs des pressions . . . . .	40
1.2.2.3. Impulsion . . . . .	41
1.2.2.4. Valeur induction et masse à lancer . . . . .	42
1.2.2.5. Contrainte de choc sur matrice . . . . .	44

1.2.3. Publications . . . . .	45
1.2.3.1. Déformation d'un métal par application d'un champ magnétique rapidement variable et/ou par décharge électrohydraulique . . . . .	45
1.2.3.2. Étude de la pression électromagnétique sur un conducteur plan, déformations obtenues . . . . .	52

## **Chapitre 2. Dynamique par effet électrohydraulique . . . . . 61**

2.1. Introduction. . . . .	61
2.2. Cuves de formage . . . . .	63
2.3. L'effet électrohydraulique . . . . .	64
2.3.1. Onde de choc primaire et ondes de pression secondaires. . . . .	67
2.4. Actions des pressions d'ondes dans le fluide : effet acoustique fluide – plaque. . . . .	71
2.4.1. Interaction fluide – plaque. . . . .	71
2.5. Formage électrohydraulique . . . . .	75

## **Chapitre 3. Déflexion en limite élastique, charnière plastique, dynamique des déplacements . . . . . 79**

3.1. Flexion plastique. . . . .	79
3.1.1. Cas : poutre de section de forme à double symétrie . . . . .	79
3.1.2. Section quelconque à double symétrie. . . . .	80
3.2. Charnières plastiques . . . . .	84
3.2.1. Cas de poutres ou de tôles rectangulaires . . . . .	85
3.2.2. Dynamique en chargement réparti de poutres ou tôles rectangulaires . . . . .	93
3.2.3. Flexion de plaques circulaires : flexion des plaques circulaires symétriquement uniformément chargées . . . . .	104
3.2.3.1. Allongements circonférentiel et radial . . . . .	104
3.2.3.2. Valeurs de contraintes radiale et circonférentielle . . . . .	105
3.2.3.3. Moments dans la plaque. . . . .	105
3.2.3.4. Équilibre du prisme élémentaire sous pression . . . . .	107
3.2.3.5. Applications. . . . .	111
3.2.4. Électrodynamique et hydrodynamique des plaques . . . . .	119
3.2.4.1. Éléments d'analyse des sollicitations, dynamique des mises en forme. . . . .	119
3.2.4.2. Équations générales des mouvements. . . . .	120
3.2.4.3. Déflexion dynamique des plaques . . . . .	123

3.2.4.4. Comparatif des deux technologies . . . . .	123
3.2.4.5. L'emboutissage dynamique . . . . .	125
<b>Chapitre 4. Actions dynamiques, technologies et applications . . . . .</b>	<b>127</b>
4.1. Chocs d'ordre mécanique . . . . .	127
4.1.1. Mémoire structurale . . . . .	127
4.1.1.1. Introduction . . . . .	127
4.1.1.2. Saut de vitesse dynamique en déchargement . . . . .	128
4.1.1.3. Les facteurs microstructuraux (Al, Cu, Fe, Ni, Ti, AU4G) . . . . .	131
4.1.1.4. Publications . . . . .	138
4.1.2. Compaction dynamique de poudres, frittage . . . . .	140
4.1.2.1. Cas de biocéramiques : étude de compacts . . . . .	142
4.1.2.2. Élaboration et propriétés de céramiques phosphocalciques élaborées par frittage ou par compaction dynamique . . . . .	143
4.1.2.3. Association biomatériau avec principes actifs . . . . .	157
4.1.2.4. Publications : biomatériaux, compaction dynamique . . . . .	170
4.2. Chocs électromagnétiques et leurs applications . . . . .	172
4.2.1. Les inducteurs de chocs . . . . .	172
4.2.1.1. Types de bobines . . . . .	172
4.2.1.2. Bobine spirale plane : principe de répulsion par bobines spirales . . . . .	180
4.2.1.3. Bobines fil fin et hélicoïdales . . . . .	189
4.2.2. Assemblages dynamiques . . . . .	195
4.2.2.1. Les différents types d'assemblages dynamiques . . . . .	195
4.2.2.2. Jonctions étanches . . . . .	198
4.2.2.3. Découpe . . . . .	200
4.2.2.4. Liaison mécanique par l'action électromagnétique, dynamique des assemblages . . . . .	200
4.2.2.5. Liaison par bague de serrage (métal bon conducteur) . . . . .	203
4.2.2.6. Exemples de divers assemblages . . . . .	208
4.3. Soudures par placage dynamique . . . . .	211
4.3.1. Introduction . . . . .	211
4.3.1.1. Principe . . . . .	211
4.3.1.2. Placage et soudage par impulsion électrique : principe . . . . .	212
4.3.2. Magnéto-soudage . . . . .	214
4.3.2.1. Inducteur permanent de soudure et de sertissage par placage électromagnétique . . . . .	217
4.3.3. Dynamique des plaques . . . . .	219
4.3.3.1. Soudage plaque-plaque, pression de lancement . . . . .	219
4.3.3.2. Valeur approchée de la pression de lancement . . . . .	221

4.3.4. Micrographies des soudures obtenues par l'impact électromagnétique et analyse de la liaison . . . . .	222
4.3.5. Soudage électrohydraulique. . . . .	224
4.3.5.1. Réalisation. . . . .	227
<b>Annexe A. Électromagnétisme . . . . .</b>	<b>229</b>
<b>Annexe B. Assemblage, frettage dynamique : force et couple transmissibles . . . . .</b>	<b>257</b>
<b>Annexe C. Tables de caractéristiques de métaux . . . . .</b>	<b>273</b>
<b>Annexe D. Publications . . . . .</b>	<b>281</b>
<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>301</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>303</b>
<b>Sommaire de <i>Rhéologie, comportement physique et mécanique de matériaux 1</i> . . . . .</b>	<b>305</b>