

SOMMAIRE

Chapitre 1	Introduction	1
	1.1 - Définitions	2
	1.2 - Historique	4
	1.3 - Marché des adhésifs	6
	1.3.1 - Le marché au niveau mondial	7
	1.3.2 - Le marché aux Etats-Unis	8
	1.3.3 - Le marché en Europe	9
	1.3.4 - Les tendances du marché	10
	1.4 - Aspects théoriques	12
	1.4.1 - Adhésion, cohésion, mouillabilité et énergie de surface	12
	1.4.2 - Théories de l'adhésion	15
Chapitre 2	Pourquoi coller	19
	2.1 - Le « design for assembly »	20
	2.2 - Les avantages techniques du collage	21
	2.2.1 - Diversité des matériaux à assembler	21
	2.2.2 - Spécifications	26
	2.2.3 - Productivité et performances	29
	2.3 - Les limitations du collage	31
	2.3.1 - Mise en œuvre	31
	2.3.2 - Comportement en service	33
	2.3.3 - Démontage-recyclage	35
	2.4 - Conclusion	36
Chapitre 3	Performances des assemblages collés :	
	les essais et leur signification	37
	3.1 - Les besoins de l'utilisateur	39
	3.2 - Performances et propriétés mécaniques	40
	3.2.1 - Essais sur les assemblages collés	41
	3.2.2 - Essais de caractérisation des propriétés mécaniques des adhésifs	48
	3.3 - Autres propriétés des adhésifs	59
	3.4 - Durabilité à long terme des assemblages	63
	3.4.1 - Influence de la température	65
	3.4.2 - Influence de l'environnement (climatique, chimique)	69
	3.4.3 - Influence des contraintes mécaniques	79
	3.4.4 - Influence de la combinaison de différentes contraintes	84
	3.5 - Conclusion	85

SOMMAIRE

Chapitre 4	Les préparations de surfaces avant collage	87
4.1	Intérêt et objectifs des préparations de surfaces	88
4.1.1	Adhésion et cohésion	88
4.1.2	Contrôle de l'interface	88
4.1.3	Modification de la rugosité	89
4.1.4	Augmentation de l'énergie de surface du substrat	90
4.1.5	Modification de la composition chimique de la couche superficielle	90
4.1.6	Séquence des opérations	91
4.2	Préparations de surface des matériaux	93
4.2.1	Matériaux métalliques	93
4.2.2	Matériaux polymériques	98
4.3	Description des traitements de surface	102
4.3.1	Dégraissage	102
4.3.2	Décapage mécanique	104
4.3.3	Les traitements chimiques et électrochimiques	105
4.3.4	Traitements physico-chimiques	126
4.3.5	Les primaires et les promoteurs d'adhésion	137
4.3.6	Traitements spécifiques à chaque type de thermoplastique	138
4.3.7	Autres matériaux	141
Chapitre 5	Les adhésifs	143
5.1	Les différents modes de durcissement des adhésifs	145
5.1.1	Réactions chimiques intervenant dans le durcissement des adhésifs à action chimique	146
5.2	Classification et construction des adhésifs	148
5.2.1	Classification des adhésifs selon leur mode de prise	148
5.2.2	Classification en fonction des applications	149
5.2.3	Composition et propriétés physiques des adhésifs	151
5.3	Les principales familles chimiques	154
5.3.1	Les colles en solution ou en dispersion	154
5.3.2	Les polyuréthanes	155
5.3.3	Les silicones	159
5.3.4	Les polysulfures	162
5.3.4.1	Les adhésifs polysulfure-époxy	162
5.3.5	Les MS polymères	162
5.3.6	Les PSA (Pressure Sensitive Adhesive)	163
5.3.7	Les adhésifs thermofusibles	165
5.3.8	Les cyanoacrylates	168

SOMMAIRE

5.3.9 - Les anaérobies	170
5.3.10 - Les acryliques	173
5.3.11 - Les phénoliques	177
5.3.12 - Colles époxy.	179
5.3.13 - Les adhésifs thermostables.	185
5.3.14 - Les adhésifs inorganiques haute température.	187
5.3.15 - Adhésifs UV	188
5.3.16 - Les adhésifs « conducteurs »	190
Chapitre 6 Le collage au bureau d'études.	193
6.1 - Les règles générales de conception.	194
6.1.1 - Pelage et clivage	196
6.1.2 - Forme du joint.	197
6.1.3 - Conseils	201
6.2 - Démarche de présélection d'une solution	201
6.2.1 - Cahier des charges de l'assemblage.	202
6.2.2 - L'appréciation de la faisabilité du collage.	205
6.2.3 - Choix d'une solution collage	207
6.2.4 - L'apport des autres techniques d'assemblages	217
6.3 - Calcul et dimensionnement des assemblages collés structuraux	225
6.3.1 - Paramètres influant sur la tenue mécanique d'un assemblage collé	225
6.3.2 - Les méthodes de calcul et de dimensionnement.	227
6.3.3 - Détermination des paramètres de dimensionnement	240
6.3.4 - Validation expérimentale.	241
6.4 - Autres considérations	242
6.4.1 - Estimation des coûts de fabrication.	242
Chapitre 7 Le collage en production et ses contraintes	247
7.1 - Les éléments en présence	248
7.1.1 - Contraintes liées aux adhésifs.	249
7.1.2 - Contraintes liées aux préparations de surfaces	250
7.1.3 - Validation et fiabilité d'un collage	251
7.2 - Les préparations de surface	252
7.2.1 - Dégraissage.	252
7.2.2 - Décapage	253
7.2.3 - Dépôt de couches de conversion sur les surfaces métalliques	254

SOMMAIRE

7.2.4 - Oxydation de la surface des polymères	254
7.2.5 - Précautions à prendre	255
7.2.6 - Informations pratiques générales sur des procédés intervenant dans une ou plusieurs étapes des traitements de surface décrits	257
7.3 - Application des adhésifs	261
7.3.1 - Dosage et mélangeage des composants	261
7.3.2 - Procédés de transfert des adhésifs	261
7.3.3 - Les systèmes d'application des adhésifs	266
7.3.4 - Automatisation	285
7.3.5 - Robotisation	288
7.4 - Durcissement des adhésifs.	289
7.4.2 - Méthodes classiques	290
7.4.2 - L'induction magnétique moyenne fréquence.	292
7.4.3 - Le chauffage diélectrique	294
7.4.4 - Le chauffage par rayonnement infrarouge.	298
7.4.5 - Le rayonnement UV	299
7.5 - Contrôle qualité des assemblages collés	305
7.5.1 - Contrôle du process	306
7.5.2 - Contrôle non destructif.	310
Chapitre 8 Exemples d'évaluation des coûts d'assemblage collés	315
8.1 - Le collage des métaux : remplacement des solutions soudées ou rivetées	317
8.1.1 - Assemblage d'échangeurs thermiques de très grande taille	317
8.1.2 - Collage de tôles de parement sur la structure d'une machine.	321
8.2 - Le collage des plastiques	322
8.2.1 - Assemblage par collage de boîtiers de disjoncteurs.	322
8.3 - Conclusion	324
Fiches exemples	325