

## Liste des figures

<b>Fig.1.1.</b> Microstructure d'un matériau composite UD.....	3
<b>Fig.1.2.</b> Matériau composite UD.....	6
<b>Fig.1.3.</b> Un matériau composite stratifié.....	6
<b>Fig.1.4.</b> Matériau composite sandwichs.....	7
<b>Fig.1.5.</b> Schéma de différents types de matériaux composites.....	8
<b>Fig.1.6.</b> Les différentes formes de présentation de la fibre.....	16
<b>Fig.1.7.</b> Tissage cylindrique et conique.....	17
<b>Fig.1.8.</b> Tissu multidirectionnels.....	17
<b>Fig.1.9.</b> Fibre de verre tissé.....	19
<b>Fig.1.10.</b> Fibre de verre mat.....	19
<b>Fig.1.11.</b> Fibre de carbone.....	19
<b>Fig.1.12.</b> Schéma de procédé de moulage au contact.....	21
<b>Fig.1.13.</b> Moulage par projection simultanée.....	21
<b>Fig.1.14.</b> Schéma du moulage par drapage autoclavage.....	22
<b>Fig.1.15.</b> Moulage au sac sous vide.....	23
<b>Fig.1.16.</b> Schéma de procédé RTM.....	23
<b>Fig.1.17.</b> Schéma de procédé SMC.....	24
<b>Fig.1.18.</b> Le procédé TRP.....	25
<b>Fig.1.19.</b> Moulage par pultrusion.....	26
<b>Fig.1.20.</b> Moulage par centrifugation.....	27
<b>Fig.1.21.</b> Procédé de moulage par enroulement filamentaire.....	28
<b>Fig.2.1.</b> Géométrie des éprouvettes de traction de type <b>I</b> et <b>II</b> , selon ISO 527-4 et -5.....	35
<b>Fig.2.2.</b> Géométrie des éprouvettes de traction de type <b>III</b> , selon ISO 527-4 et -5.....	35
<b>Fig.2.3.</b> Essai de flexion trois pannes, selon EN ISO 14125.....	37
<b>Fig.2.4.</b> Essai de flexion quatre pannes, selon EN ISO 14125.....	39
<b>Fig.2.5.</b> Essai de flexion quatre pannes, selon EN ISO 14125.....	41
<b>Fig.2.6.</b> Principes des différents modes de chargement en compression.....	42
<b>Fig.2.7.</b> Schéma d'éprouvette de compression, selon EN ISO 14126.....	43
<b>Fig. 2.8.</b> Essais de compression : modes de rupture, selon EN ISO 14126.....	45
<b>Fig.2.9.</b> Représentation schématique des éprouvettes et montage de compression dans le cas d'un chargement par cisaillement (selon EN ISO 14126, méthode 1).....	45
<b>Fig.2.10.</b> Montage type Celanese ASTM D 3410/A (selon EN ISO 14126, méthode 1).....	46
<b>Fig.2.11.</b> Représentation schématique du montage de compression dans le cas d'un chargement en bout (selon EN ISO 14126, méthode 2).....	47
<b>Fig.2.12.</b> Machine d'essai de choc pendulaire (d'après norme ASTM D 256).....	50
<b>Fig.2.13.</b> Dispositif d'essai de choc Charpy (d'après norme ISO 179).....	51
<b>Fig.2.14.</b> Principe du choc Charpy (d'après norme ISO 179).....	51
<b>Fig.2.15.</b> Dispositif d'essai de choc Izod (d'après norme ISO 180).....	53
<b>Fig.2.16.</b> Dispositif d'essai de choc-traction et éprouvette à double épaulement (d'après norme NF EN ISO 8256).....	54

<b>Fig.2.17.</b> Dispositif d'essai de choc multiaxial par chute de masse (d'après norme ISO 6603).....	55
<b>Fig.3.1.</b> Matrice de rigidité du pin de Douglas (d'après).....	58
<b>Fig.3.2.</b> Matrice de rigidité d'un tissu haute résistance, fibre de carbone / résine époxy, comportant 56 % de fibres en volume.....	59
<b>Fig.3.3.</b> Traction longitudinal.....	64
<b>Fig.3.4.</b> Traction transversal.....	64
<b>Fig.3.5.</b> Rupture des fibres dans un composite unidirectionnel.....	67
<b>Fig.3.6.</b> Rupture de la matrice dans un composite unidirectionnel.....	68
<b>Fig.3.7.</b> Rupture de l'interface fibre-matrice dans un composite unidirectionnel.....	68
<b>Fig.3.8.</b> Etat de contrainte sur un élément.....	69
<b>Fig.3.9.</b> Etat de contrainte planes dans le plan (L, T).....	71
<b>Fig.4.1:</b> Le moule utilisé pour la fabrication des éprouvettes.....	74
<b>Fig.4.2:</b> Mat de verre.....	77
<b>Fig.4.3 :</b> Tissé de verre.....	77
<b>Fig.4.4:</b> Elaboration du matériau composite.....	78
<b>Fig.4.5 :</b> Matériau composite après essai de calcination.....	79
<b>Fig.4.6 :</b> Teneur moyenne du renfort pour les 5 variantes.....	79
<b>Fig.4.7 :</b> Teneur moyenne de la matrice pour les 5 variantes.....	79
<b>Fig.4.8 :</b> Balance hydrostatique.....	81
<b>Fig.4.9 :</b> Densité moyenne des 5 variantes.....	81
<b>Fig.4.10 :</b> Machine universelle.....	82
<b>Fig.4.11 :</b> Dimensions de l'éprouvette pour essai de traction.....	83
<b>Fig.4.12 et Fig. IV.13 :</b> Eprouvettes pour l'essai de traction.....	84
<b>Fig.4.14 :</b> Eprouvette avant l'essai.....	84
<b>Fig.4.15 :</b> Eprouvette après essai.....	84
<b>Fig.4.16 :</b> La contrainte en fonction de l'allongement pour les 5 éprouvettes de la 1 <sup>ère</sup> variante.....	85
<b>Fig.4.17 :</b> La moyenne des 5 éprouvettes de la 1 <sup>ère</sup> variante.....	85
<b>Fig.4.18 :</b> La contrainte en fonction de l'allongement pour les 5 éprouvettes de la 2 <sup>ème</sup> variante.....	86
<b>Fig.4.19 :</b> La moyenne des 5 éprouvettes de la 2 <sup>ème</sup> variante.....	86
<b>Fig.4.20 :</b> La contrainte en fonction de l'allongement pour les 5 éprouvettes de la 3 <sup>ème</sup> variante.....	87
<b>Fig.4.21 :</b> La moyenne des 5 éprouvettes de la 3 <sup>ème</sup> variante.....	87
<b>Fig.4.22 :</b> La contrainte en fonction de l'allongement pour les 3 éprouvettes de la 4 <sup>ème</sup> variante.....	88
<b>Fig.4.23 :</b> La moyenne des 3 éprouvettes de la 4 <sup>ème</sup> variante.....	88
<b>Fig.4.24 :</b> La contrainte en fonction de l'allongement pour les 3 éprouvettes de la 5 <sup>ème</sup> variante.....	89
<b>Fig.4.25 :</b> La moyenne des 3 éprouvettes de la 5 <sup>ème</sup> variante.....	89
<b>Fig.4.26 :</b> Eprouvettes pour l'essai de flexion 3 points.....	91

<b>Fig.4.27</b> : Dispositif pour l'essai de flexion.....	91
<b>Fig.4.28</b> : Principe de l'essai de flexion 3 points.....	92
<b>Fig.4.29</b> : La force en fonction du déplacement des 4 éprouvettes de V1.....	93
<b>Fig.4.30</b> : La force moyenne des 4 éprouvettes de V 1.....	93
<b>Fig.4.31</b> : La force en fonction du déplacement des 4 éprouvettes V2.....	94
<b>Fig.4.32</b> : La force moyenne des 4 éprouvettes V2.....	94
<b>Fig.4.33</b> : La force en fonction du déplacement des 4 éprouvettes de V3.....	95
<b>Fig.4.34</b> : La force moyenne des 4 éprouvettes de V3.....	95
<b>Fig.4.35</b> : La force en fonction du déplacement des 4 éprouvettes de V4.....	96
<b>Fig.4.36</b> : La force moyenne des 4 éprouvettes de V4.....	96
<b>Fig.4.37</b> : La force en fonction du déplacement des 4 éprouvettes de V5.....	97
<b>Fig.4.38</b> : La force moyenne des 4 éprouvettes de V5.....	97
<b>Fig.4.39</b> : Dispositif de l'essai de compression.....	99
<b>Fig.4.40</b> : La contrainte en fonction du l'écrasement des 3 éprouvettes de V1.....	100
<b>Fig.4.41</b> : La contrainte moyenne des 3 éprouvettes en fonction de l'écrasement de V1.....	101
<b>Fig.4.42</b> : La contrainte en fonction du l'écrasement des 3 éprouvettes de V2.....	101
<b>Fig.4.43</b> : La contrainte moyenne des 3 éprouvettes en fonction de l'écrasement de V2.....	102
<b>Fig.4.44</b> : La contrainte en fonction du l'écrasement des 3 éprouvettes de V3.....	102
<b>Fig.4.45</b> : La contrainte moyenne des 3 éprouvettes en fonction de l'écrasement de V3.....	103
<b>Fig.4.46</b> : La contrainte en fonction du l'écrasement des 3 éprouvettes de V4.....	103
<b>Fig.4.47</b> : La contrainte moyenne des 3 éprouvettes en fonction de l'écrasement de V4.....	104
<b>Fig.4.48</b> : La contrainte en fonction du l'écrasement des 3 éprouvettes de V5.....	104
<b>Fig.4.49</b> : La contrainte moyenne des 3 éprouvettes en fonction de l'écrasement de V5.....	105
<b>Fig.4.50</b> : Mouton pendule pour essai Charpy.....	106
<b>Fig.4.51</b> : Energie de rupture moyenne des 5 variantes.....	107