

IV. MATERIAUX DE L'ETUDE

Dans cette partie nous nous intéresserons plus particulièrement au matériau composite qui fait l'objet de notre étude, nous tiendrons compte des constituants de base, du mode d'obtention et de la découpe des éprouvettes.

IV.1. PRESENTATION DES CONSTITUANTS DE BASE :

IV.1.1. Résine :

La résine utilisée est de type polyester insaturé.

Les principales caractéristiques de cette résine d'appellation industrielle NORSODYNE S 2010 V ont été tirées de la fiche technique donnée par l'entreprise FIPEX PLAST (Chlef).

IV.1.1.1. Caractéristiques de la résine :

Couleur :	jaune
Masse volumique à 20°C :	1.12 g/cm ³
Viscosité à 25°C :	275 CPS
Temps de gel :	12 min
Durée de stockage à 25°C :	4 mois

IV.1.1.2. Propriétés de la résine durcie non renforcée :

Masse volumique à 20°C :	1.20 g/cm ³
Contrainte de rupture en traction :	54 MPa
Allongement à la rupture :	1.5 %
Contrainte de rupture en flexion :	107 MPa
Module d'élasticité :	3900 MPa
Retrait volumique :	1.7 %

IV.1.2. Les aditifs :

Les aditifs utilisés dans notre étude sont :

- 1.2 % de catalyseur curox m300 MEKP (Methylethyl Ketone Peroxide – oxygène actif 4%).
- 0.2 % d'accélérateur (octoat de cobalt 6% de concentrations).

IV.1.3. Renfort :

Le renfort utilisé est de type verre E Ahlstrom, importé de Finlande et qui se présente sous différentes formes :

- mat à fils coupés de différents grammages à savoir 300, 450 et 600 g/cm³ utilisé pour le moulage par contact. La référence industrielle est de la forme suivante : M501
- tissu

Les principales caractéristiques du verre E ont été tirées de la revue technique de la fibre de verre E (Ahlstrom).

Masse volumique :	2,50 – 2,59 g/cm ³
Module d'élasticité en traction :	7,25.10 ⁴ MPa
Allongement à la rupture :	4,4 – 4,5 %

IV.2. PRESENTATION DES MATERIAUX :

Dans ce paragraphe nous allons présentés le matériau étudié, obtenus par le procédé de moulage par contact.

Le problème posé dans ce type de moulage est comment varier le taux de fibre de verre dans les différentes plaques moulées par contact ?

Dans cet axe de recherche, des plaques (stratifié) de (90×110) cm², de différents taux de fibres de verre ont été fabriquées dans le laboratoire de l'unité de polyester insaturée (FIPEX PLAST) de Chelf. Le mode de renforcement des plaques comporte quatre types de renfort :

- mat de type 300 g/cm²
- mat de type 450 g/cm²
- mat de type 600 g/cm²
- tissu

Ce problème a été résolu par le changement du poids de taux de renforcement (taux de la fibre) utilisé dans les différentes plaques du stratifié moulé par la méthode suivante :

$$\text{poids de résine (g)} = \frac{\text{poids de fibre (g)} \times \text{taux de résine (\%)}}{\text{taux de fibre (\%)}}$$

Le moulage des plaques utilisées est façonné à partir des étapes suivantes :

- Préparation du moule (gabarié : une plaque à surface lisse).
- Découpage du mat ou tissu de verre (90cm × 110 cm).
- Pesage du mat ou tissu de verre coupé.
- Calcul des taux de fibre et de la résine suivant la méthode précédente.
- Préparation de la résine.
- Moulage (manuellement : pinceau et débuteur).
- Pause de durcissement (24h).
- Démoulage.



Fig. (IV.1) : Les différentes plaques moulées par contact

Le taux de renforcement dans les plaques moulé du stratifié peut être illustré comme suit tableau (IV.1):

- **Tableau IV.1** : Le taux de renforcement dans les plaques moulé.

N°	Mode de renforcement	Poids de la fibre (g)	Poids de la résine (g)	Taux de la fibre (%)	Taux de la résine (%)
1	300 – 300 – 300	930	3720	20	80
2	300 – 450 – 300	1090	1090	50	50
3	450 – 450 – 450	1365	3185	30	70
4	300 - 450 - 600 - 450 - 300	2150	3225	40	60
5	450 – 450 – 450	1365	5460	20	80
6	450 – tissu – 450	1200	2800	30	70

IV.3. DECOUPE DES EPROUVETTES :

L'opération de découpe des éprouvettes est d'une délicatesse imposante, non seulement pour respecter les restrictions dimensionnelles et géométriques mais aussi les effets de l'usinage sur les composites. Par voie de conséquence un intérêt particulier a été accordé à cette opération.

Selon les normes relatives aux plastiques renforcés ISO 13586 et ASTM 5045, il est recommandé d'utiliser des scies en diamant, mais par mesure d'adaptation au matériel existant, nous avons utilisé une machine de coupe de bois (7 opérations), les conditions de coupe adoptées sont les suivantes :

- Vitesse de coupe de 4500 tr/min
- Disque en diamant
- Avance manuelle
- Sans lubrification

Pour les éprouvettes de tractions, les barreaux découpés (25 × 165) mm seplacent dans un gabarié, l'ensemble est placé dans un fraiseuse verticale pour fraiser la forme altère.

Pour les éprouvettes destinées à des essais de fissuration en mode I, les recommandations des normes déjà citées sur les géométries, conditions d'entaillage, et de pré fissuration ainsi que les conditions des essais et les règles de dépouillement des résultats permettent l'évaluation expérimentale du K_{IC} et G_{IC} pour une sollicitation en traction ou en flexion. Les essais sont menés sur des éprouvettes SENB (Single Edge Notched Bend).

IV.3.1. Les éprouvettes d'altère de traction :

Les essais de traction ont été menés sur des éprouvettes de forme altère, selon la norme ISO FLACHPROBE DIN 50 114 – 12.5 × 50. Figure (IV.2)

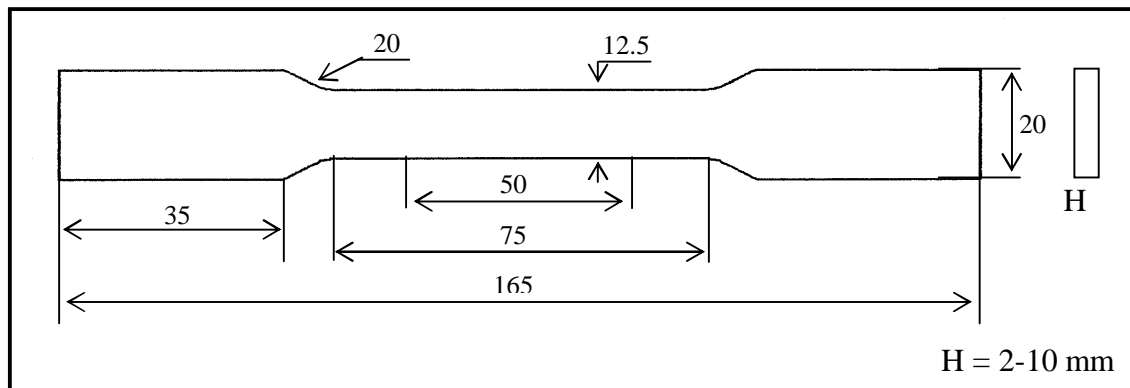


Fig. (IV.2) : Géométrie des éprouvettes de traction

IV.3.2. Les éprouvettes SENB :

Pratiquement, les éprouvettes sont de forme prismatique à entaille latérale, d'une épaisseur qui varie entre 2 – 6 mm.

Les dimensions et la géométrie sont représentées sur la figure. (IV.3) :

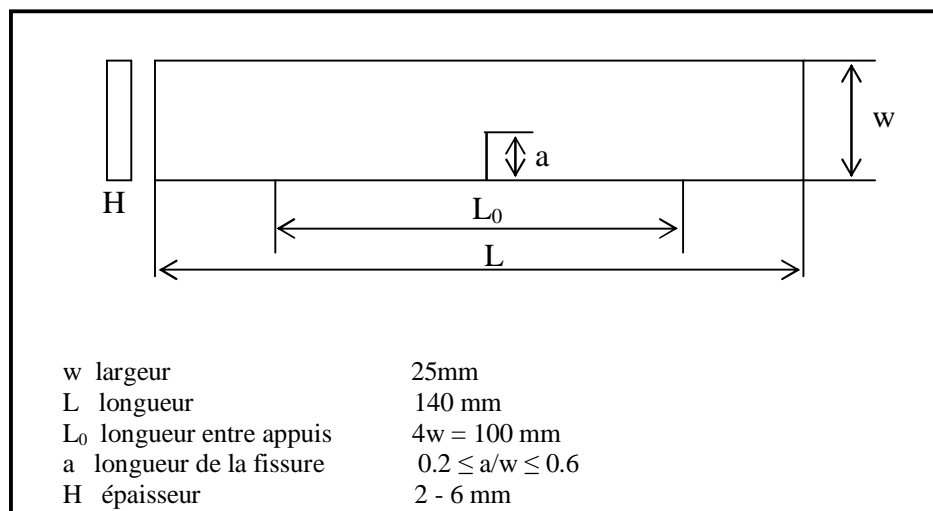


Fig. (IV.3) : Géométrie des éprouvettes SENB

La réalisation de l'entaille au sein de l'éprouvette est une opération très délicate, il est conseillé de l'exécuter au moyen d'une scie diamantée, puis de réaliser une fissure naturelle en tapant légèrement sur une lame de rasoir ou de la faire glisser dans le cas d'un composite très tenace. En revanche il est déconseillé de forcer la lame dans l'entaille en raison des contraintes résiduelles qui peuvent être induites. La longueur de fissure ainsi faite doit avoir une longueur qui dépasse quatre fois le rayon du fond d'entaille initiale. [5]

Dans notre cas, les dimensions des éprouvettes sont indiquées sur la figure (IV.3). La réalisation de l'entaille est faite au moyen d'une scie métallique. La fissure naturelle est provoquée en glissant une lame de bistouri en fond de l'entaille, les mesures des longueurs de fissures ont été effectuées à l'aide d'un profil projecteur model PJ25 marque MITUTOYO (×10).

IV.4. DEFAUTS DE FABRICATION :

Les défauts observés après le moulage au contact peuvent avoir plusieurs origines. Connaître les types de défauts et leurs origines s'avère très important à connaître dans la mesure où des interventions à faible coût peuvent s'opérer avec succès pour réduire ces défauts en nombre, voire même les éliminer dans certains cas. Les défauts de moulage au contact peuvent avoir plusieurs origines possibles liées :

- A la matière
- A un mauvais paramétrage du processus
- Le travail se fait manuellement (le taux de la résine varie sur la surface de la pièce).
- La polymérisation de la résine varie d'un point à un autre.
- La surface de la pièce n'est pas uniforme. Fig. (IV.4)
- Les bulles d'air. Figure (IV.5)
- Epaisseur variable d'une pièce à une autre, d'une partie à une autre. Ce qui contribue fortement à augmenter la dispersion des résultats des essais sur les composites. Figure (IV.6)



(a)



(b)

Fig.(IV.4) : Surface supérieure du composite moulé au contact

a- Image microscopique ($\times 120$)

b- Image macroscopique

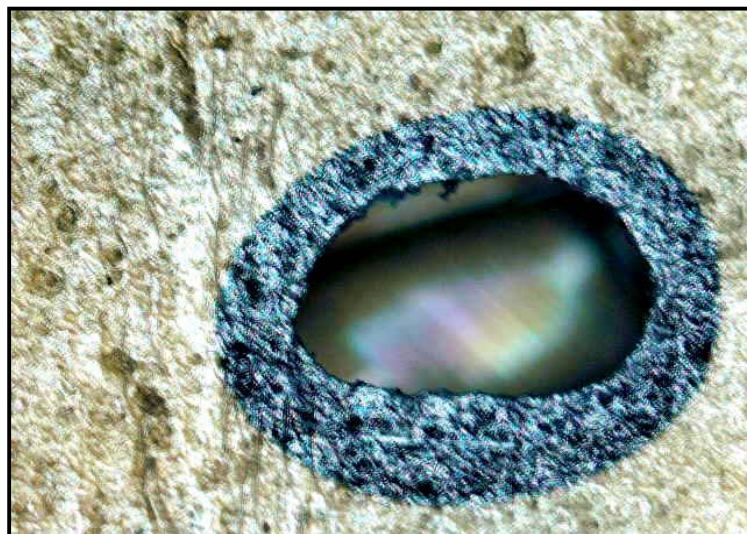


Fig. (IV.5) : bulles d'air.
Image microscopique ($\times 50$)

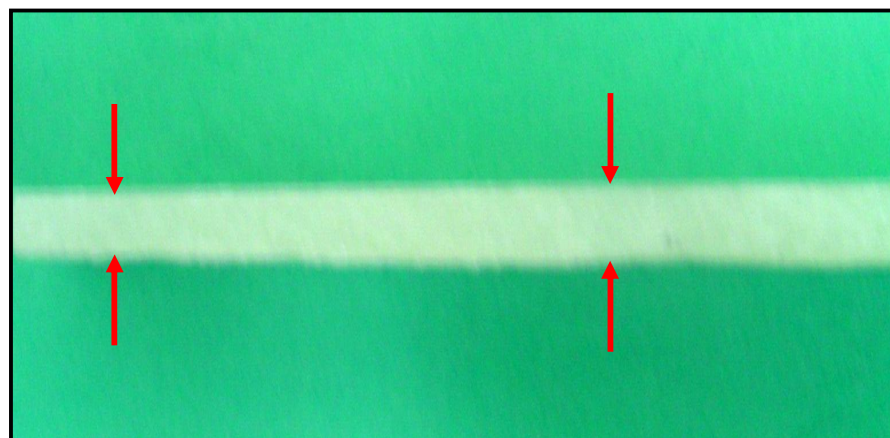


Fig. (IV.6) : Différence des épaisseurs
Image macroscopique