

# Réalisation d'un dispositif en acier pour la fixation des éprouvettes courbées dans les mors de la machine de traction (ou de fatigue)

O. Zhouri<sup>1</sup>, I. Mouallif<sup>1</sup>, I. Hadouch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Mécaniques, Mécatroniques et Commandes, ENSAM, Université Moulay Ismail, (UMI),  
BP 15290, Al Mansour, Meknès, Morocco.  
Email: Oumaima-zh@hotmail.com

Received January 2023

Accepted February 2023

**Résumé-** L'ASSAINISSEMENT JOUE UN RÔLE MAJEUR DANS L'INFRASTRUCTURE DU PAYS. ILS **TOUCHENT** AUX ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX. À CET EFFET, LA SÉLECTION DES CANALISATIONS POUR LE RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT DOIT ÊTRE FAITE DE MANIÈRE STRICTE ET APRÈS PLUSIEURS ESSAIS AVANT LEUR PLANIFICATION. AU TITRE DE CES ESSAIS, UN ESSAI DE TRACTION SUR LA MACHINE DE TRACTION (OU DE FATIGUE) S'EFFECTUE POUR VÉRIFIER LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE DE LES CANALISATION EN COMPOSITES. CES TESTS SONT EFFECTUÉS SUR DES ÉCHANTILLONS TRANSVERSAUX, LEUR FIXATION À L'INTÉRIEUR DES MÂCHOIRES DU MACHINE REPRÉSENTE UN VRAI PROBLÈME À RÉSOUDRE. EN CE SENS LE BUT DE CE TRAVAIL EST DE RÉALISER UN DISPOSITIF EN ACIER PERMETTANT DE FIXER DES ÉPROUVETTES COURBES À L'INTÉRIEUR DES MÂCHOIRES D'UNE MACHINE DE TRACTION (OU DE FATIGUE).

**MOTS-CLÉS :** composite, machine de traction, mâchoires de machine, éprouvettes courbées, réalisation du dispositif.

## I. INTRODUCTION

Le réseau d'assainissement vise l'évacuation des rejets liquides ce qui assure la protection contre les maladies sanitaires et les risques d'inondation. Les conduites sont fabriquées de différents matériaux, à savoir : Béton armé, PVC (PolyVinyl Chloride), PRV (Polyester Renforcé par des Fibres de Verre), PEHD (Polyéthylène à Haute Densité) ... Ces conduites doivent être conformes aux normes de qualité afin de garantir une utilisation de longue durée. Le composite est

un matériau hétérogène et anisotrope, pour le tester, il faut chercher les propriétés mécaniques dans les deux sens de pipelines.[1],[2],[3].

En effet, Ces essais seront réalisés sur une machine uni-axiale serve-hydraulique, reliée à une chaîne d'acquisition de données permettant l'enregistrement du déplacement et de la charge en fonction du temps. Les informations seront stockées et traitées par un ordinateur à l'aide d'un logiciel TESTWORKS.[4],[5].

Les essais de traction se font sur des échantillons en forme d'éprouvettes découpées de type plates ou découpées transversalement à partir des conduites cylindriques (figure 1).

Les éprouvettes de type plates sont fixées facilement sur les mors originaux de la machine MTS 810 (figure 2), mais celles découpées transversalement ne peuvent pas être fixées (à cause de sa largeur 20 mm qui dépasse l'ouverture des mors).

L'objectif de ce travail est l'invention d'un dispositif permettant la réalisation des essais de

traction et de fatigue sur les éprouvettes découpées transversalement.

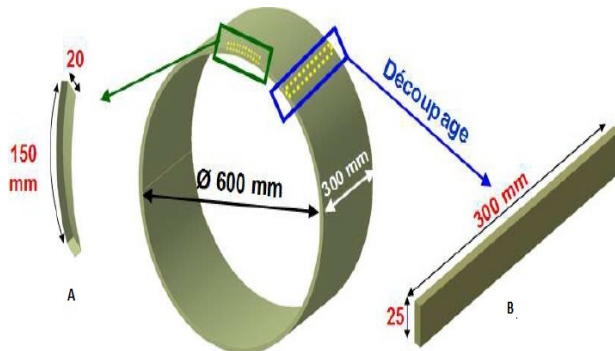


Figure 1: Types des éprouvettes normalisées qui sont découpées selon deux sens des pipelines (A : Longitudinale, B : Transversale)

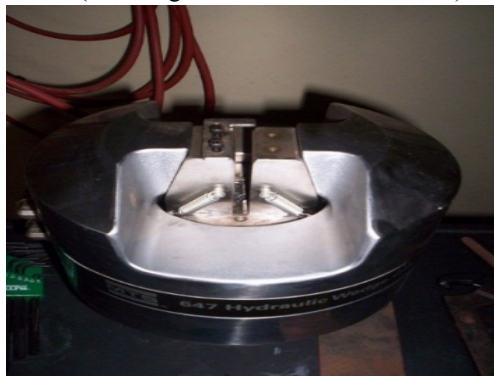


Figure 2: Mors de la machine de traction MTS810

## II. METHODE

### 1. CONCEPTION DU DISPOSITIF

Le dispositif inventé est composé de 5 pièces (a, b, c, d, e) (figure 3), leurs dimensions et leurs géométries sont effectués par le logiciel de conception assisté par ordinateur (CATIA V5). [6]

### 2. MATERIEL

Le matériel choisi pour la fabrication de dispositif est l'acier ordinaire XC 10.

**Propriété du matériau :**

Tableau I: Caractéristiques mécaniques du matériau utilisé pour la conception du dispositif

<i>Diamètre</i>	<i>R</i>	<i>Re</i>	<i>A</i>	<i>KCU à +20°C</i>
mm	MPa	MPa	%	J/cm <sup>2</sup>
40 < d ≤ 100	320-420	≥ 205	≥ 29	≥ 100

TableII: Composition chimiques du matériau utilisé pour la conception du dispositif

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0.07-0.13	≤ 0,40	0.30-0.60	≤ 0,035	≤ 0,035

## 3. FABRICATION :

La réalisation de dispositif est réalisée au sein de l'atelier de fabrication mécanique par différentes machines à outils d'usinage.[7],[8],[9] Ces dernières sont présentées par la suite :

### 3.1. FRAISEUSE A COMMANDE NUMERIQUE :

La fraiseuse à commande numérique est une machine automatiquement programmable reliée à un ordinateur. La technique consiste à graver la matière sur une pièce initiale pour obtenir une pièce finale par l'outil fraise.

### 3.2. TOURNAGE :

Le tournage est une technique mécanique très efficace pour la fabrication des pièces de révolution à partir d'un matériau. C'est une technique idéale pour ajouter des caractéristiques de rotation et de précision à une pièce autour des axes.

### 3.3. PERÇAGE :

Le perçage est un procédé d'usinage qui consiste à obtenir un trou circulaire par enlèvement de copeaux, il est animé d'un mouvement de rotation continue et d'un mouvement d'avance.

#### 3.4. RECTIFIEUSE PLANE :

La rectifieuse plane manuelle est une machine à commande manuelle permet d'obtenir des états de surface très fins sur des pièces prismatiques des dimensions définies.

Après l'usinage, l'assemblage de ces pièces de dispositif est effectué afin de s'adapter aux différents types d'éprouvettes ayant des formes géométriques complexes.

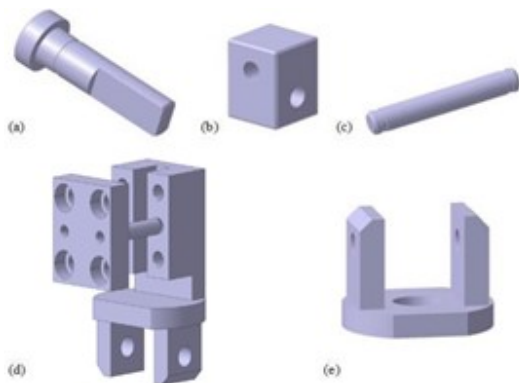


Figure 3: Différentes pièces de dispositif qui sont dessinées à l'aide de logiciel CATIA V5

#### 4. RESULTATS ET DISCUSSIONS :

Nous avons effectué une simulation numérique par la méthode des éléments finis à l'aide de logiciel ANSYS, sur le dispositif afin de connaître la résistance du matériau à la force exécutée.[10]

##### 4.1. MAILLAGE ET CONDITIONS AUX LIMITES :

Pour avoir des résultats précis au moment de l'analyse, nous avons utilisé un maillage par des

éléments volumiques de taille de 1mm, (figure ci-dessous).

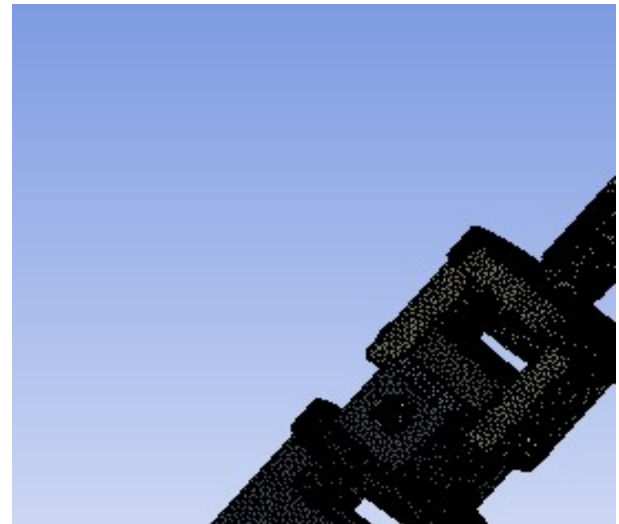


Figure 4: Maillage de la structure étudiée par des éléments volumiques de type SOLID 185 (ANSYS)

Concernant la modélisation des forces sur notre dispositif, elles ont été réalisées par une liaison encastree au point B, et une force de traction appliquée au point A qui vaut :  $F=12,8\text{KN}$ , (figure ci-après). Cette valeur est la force nominale dont la machine peut fournir.



Figure5: Modélisation géométrique et conditions aux limites d'assemblage de notre dispositif. (le point d'application de la force est le point A)

#### 4.2. INTERPRETATIONS :

A travers la simulation du notre dispositif, nous avons cherché à mettre en évidence le champ de contrainte développé à partir de la charge appliquée (Force F), cette simulation a été effectuée en utilisant le logiciel ANSYS.

Nous avons obtenu les valeurs de la déformation totale pour chaque point du dispositif. On observe bien que la valeur maximale enregistrée est de 0.37%, cette déformation se trouve au point d'application de la force F, on peut considérer que cette valeur est nulle et elle n'a pas beaucoup influencé sur le dispositif. Il est à noter aussi, que la déformation se diminue tout en s'éloignant du point A (point d'application de la force) (figure 6).

Pour la déformation élastique équivalente qui définit l'élasticité du dispositif, on observe que la valeur maximale est de 0.0042784 m/m, cette valeur est enregistrée au point C du dispositif (le point sensible du dispositif), par contre la valeur minimum ( $3.9118 \times 10^{-10}$  mm/mm) s'affiche aux autres point du dispositif (figure 7).

Pour les contraintes équivalentes de Von-Mises (se définit aussi par le critère de plasticité), la valeur maximale enregistrée est de 418 MPa cette valeur s'affiche aux points les plus sollicités du dispositif, en revanche la valeur de cette contrainte se diminue aux autres points du dispositif jusqu'à la valeur min qui est de l'ordre de ( $7.8235 \times 10^{-5}$  MPa). (Figure 8).

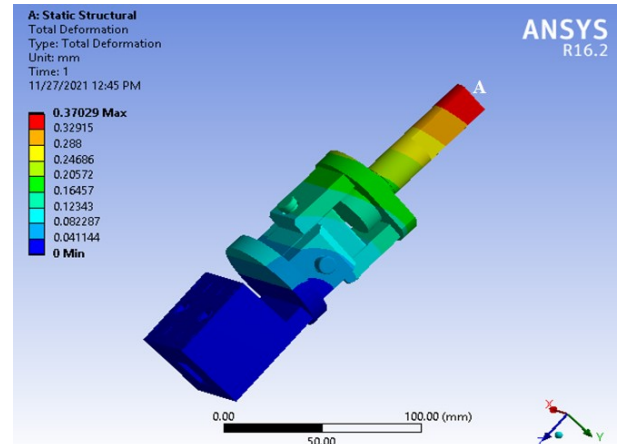


Figure 6: Distribution de déformation totale

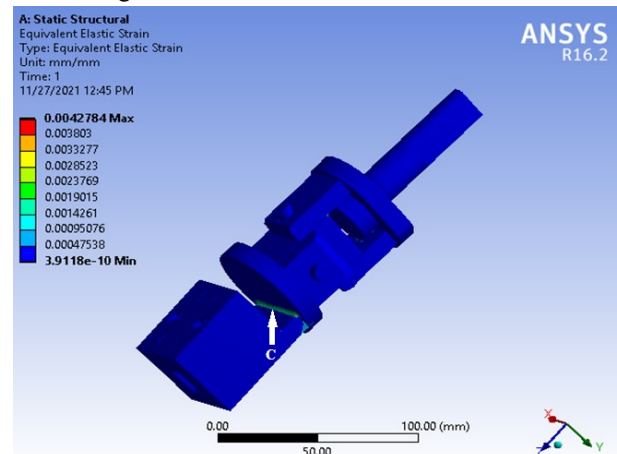


Figure 7: Distribution de déformation élastique équivalente



Figure 8: Distribution de contrainte équivalente de Von Mises

Le tableau ci-dessous englobe l'ensemble des résultats obtenus durant cette simulation :

Table III: Résultats obtenues (déformation totale, déformation élastique équivalente, contrainte équivalente).

<i><b>Force appliquée (N)</b></i>	<i><b>Déformation totale (%)</b></i>	
	max	min
	0.37029	0

<i><b>Déformation élastique équivalente (m/m)</b></i>		<i><b>Contrainte équivalente (MPa)</b></i>	
max	min	max	min
0.0042784	3.9118 e <sup>-10</sup>	418.19	7.8235 e <sup>-5</sup>

## 5. CONCLUSION :

La réalisation du dispositif facilite la fixation des éprouvettes découpées transversalement aux mors des machines de traction (ou de fatigue).

La conception des pièces de ce dispositif est effectuée par le logiciel CATIA V5.

Les contraintes appliquées sur ce dispositif ont été simulées par le logiciel ANSYS afin de savoir son comportement mécanique. A cet effet, les différents critères obtenus durant la simulation sont : la déformation totale, la déformation élastique équivalente et la contrainte équivalente de Von Mises.

Les résultats obtenus ; la déformation totale a une valeur maximale de 0.37%, la valeur maximale de la déformation élastique équivalente est de 0.0042784 mm/mm, et la contrainte équivalente de Von Mises a une valeur maximale de 418 MPa .

D'après ces résultats on peut conclure que le dispositif va résister à la force de traction appliquée (F=12800N).

Cette étude effectuée montre que le dispositif sera adapté aux différents essais de traction.

## LISTE D'ABREVIATION:

**R** : Limite d'élasticité  
**Re** : Limite à la rupture  
**A** : l'allongement à la rupture  
**KCU** : Résilience du matériau  
**C** : Carbone  
**Si** : Silicium  
**Mn** : Manganèse  
**P** : Phosphore  
**S** : Soufre

## Référence :

- [1] Languedoc-Roussillon. 2015. Guide d'aide au choix des matériaux des réseaux d'eau potable et/ou d'assainissement. Charte Qualité des réseaux d'eau potable et d'assainissement. Swelia .p.19-27.
- [2] J.Castillo Montes. 2011. Impacts des stratégies d'exploitation de réseaux intérieurs sur la durabilité de canalisations d'eau chaude. Laboratoire d'Etudes des Matériaux en Milieux Agressifs. Université de La Rochelle. P.99-102.
- [3] Mohamed Amine Guidara. 2016. Analyse des conditions de rupture des conduites d'adduction d'eau potable en polyéthylène, sous l'effet d'écoulement transitoire, en présence d'un défaut. Laboratoire de

mécanique Biomécanique Polymère Structures.École Nationale d'Ingénieurs de Metz, France ; Laboratoire de Mécanique des Fluides Appliquée, Génie des Procédés et Environnement (LR11ES57). École Nationale d'Ingénieurs de Sfax. (tunisie) pp.100-109

- [4] ENNAJI, GH. ARID, I. LOULIDI, A. SAOUD, M. CHERGUI. 2017. Etude Numérique du Comportement d'une Eprouvette de Traction en PVC Rigide. Revue de l'Entrepreneuriat ET de l'Innovation.
- [5] H.Hadi Jasim.Evaluation .2016. The Effect of Residual Stress on Fracture of Polyethylene Pipe under Pressure Loading. Basrah Journal for Engineering Sciences.
- [6] N. Kukreja. 2021. Design and implementation of soil drilling machine using NX 12 and CATIA V5 fabrication techniques. Materials Today: Proceedings.
- [7] A.OZCAN, E.Rivière-Lorphèvre, H.Nam Huynhb, F.Ducobua, O.Verlinden, E.Filippi. 2017. Modelling of pocket milling operation considering cutting forces and CNC control inputs.16th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations.
- [8] M.Jean-Guy. 2012. Machiniste sur machine-outil conventionnelle, Outil de formation hors production, Comité sectoriel de la main-d'œuvre dans la fabrication métallique industrielle. Le Centre d'élaboration des moyens d'enseignement du Québec (CEMEQ).
- [9] I.MOUALLIF. 2011. Effets des défauts de soudure aluminothermique sur le comportement mécanique des rails. Mécanique & Industries.
- [10] N. Murugu Nachippan, Mathew Alphonse, V.K. Bupesh Raja, K. Palanikumar , R. Sai Uday Kiran ,V. Gopala Krishna.2021. Numerical analysis of natural fiber reinforced composite bumper. Materials Today: Proceedings.