

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTÉ DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

MEMOIRE

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MASTER

FILIÈRE : GÉNIE MÉCANIQUE

SPÉCIALITÉ : FABRICATION MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

PAR :

HADRI MESSAAD

ZENNAD AREZKI

TERKI ALI

Thème

**Conception et fabrication de trois dispositifs pour essai des
perforation, indentation et poinçonnement.**

Soutenu le 04/06/2023 devant le jury composé de :

M. YAYA Kamel	Président
M. METHIA Mounir	Rapporteur
M. BEN SLIMANE Abdelhakim	Co-rapporteur
M. BOUZIDI Safia	Examinatrice

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2022/2023

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers Dieu le Tout-Puissant, qui nous a donné la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Ensuite, nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à nos encadrants,

M. METHIA Mounir et M. BENSLIMANE Abdelhakim, pour leur présence constante, leur accueil chaleureux et leur soutien tout au long de notre travail. Nous leur sommes reconnaissants d'avoir partagé leurs connaissances, prodigué leurs précieux conseils et nous avoir encouragés. Nous sommes honorés d'avoir bénéficié de leur encadrement.

M. METHIA Mounir et M. BENSLIMANE Abdelhakim, pour leur présence constante, ses accueils chaleureux et son soutien tout au long de notre travail. Nous lui sommes reconnaissants d'avoir partagé ses connaissances, prodigué ses précieux conseils et nous avoir encouragés. Nous sommes honorés d'avoir bénéficié de son encadrement.

Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude envers les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, ainsi que pour leur acceptation d'examiner et de développer ce travail à travers leurs propositions.

On tient à remercier M. Ben Idir, pour avoir été présent et de nous avoir soutenu à la fois sur le plan moral et financier.

On remercie aussi, l'entreprise FONDERIE METHIA de nous avoir aidé dans l'opération de peinture.

Nos remerciements les plus sincères vont également à nos parents, qui nous ont soutenus tout au long de nos études. Nous leur sommes profondément reconnaissants. Nous voudrions également exprimer notre gratitude envers tous nos amis qui ont généreusement offert leur aide sans hésitation.

Dédicaces

C'est avec un grand plaisir et une grande fierté que je dédie ce modeste travail :

À mon père qui nous a quitté trop tôt, tu as été ma source d'inspiration tout au long de ma vie.

Aujourd'hui, j'ai enfin pu tenir ma promesse envers toi. Grâce à ta mémoire et à ton amour inconditionnel, j'ai trouvé la force dont j'avais besoin pour surmonter les obstacles et réaliser mes rêves. Tu étais mon guide invisible. J'espère sincèrement que de là où tu es, tu seras fier de moi et ressentir toute la fierté que ta fille te porte.

A ma mère, pour son amour, toute l'énergie qu'elle a dépensée et sacrifiée pour moi. Merci de m'avoir encouragé à réaliser mes rêves. J'espère que tu seras fière de ta fille, c'est mon objectif numéro un dans la vie. Que dieu te garde en bonne santé.

A mes frères et sœurs : Sofiane, Warda, Soraya.

A ma chère nièce : Nayla.

A mon fiancé : Samy.

A mes chers ami(e)s : Thilleli, Kamo, Nina.

A mes chères copines de chambres D201.

Ainsi à mes chers binômes, qui ont été patients et ambitieux.

HADRI Messaad

Dédicaces

C'est avec une immense émotion que je dédie ce travail :

À mes chers parents qui m'ont soutenus et encouragés durant toute ma vie
scolaire, que Dieu vous garde en bonne santé.

Mes deux petites chères sœurs et ma tante

Ainsi que mes chères deux binômes merci pour leurs enthousiasmes et leurs
sérieux

A tous mes amis qui ont été à mes côtés.

ZENNAD Arezki

Dédicaces

C'est avec un immense plaisir que je dédie ce travail :

À mes chers parents de m'avoir encouragé pendant mes études, que dieu vous protège.

Mon frère, mes deux sœurs et ma tante

Ainsi que mes chères deux binômes merci pour votre sérieux

A tous mes amis qui m'ont soutenu.

TERKI Ali

Table de matière :

Remerciements	2
Dédicaces	3
Dédicaces	4
Dédicaces	5
Table de matière :	6
Liste des figures	9
Liste des tableaux	10
Introduction générale	11
Chapitre I : Généralités sur les matériaux et les machines	13
I.1. Introduction	14
I.2. Les géosynthétiques (GSY).....	14
I.2.1. Définition.....	14
I.2.2. Fabrication.....	14
I.2.3. Renforcement par géosynthétiques.....	15
I.3. Fonction des géosynthétiques.....	15
I.3.2. Propriétés des géosynthétiques	16
I.3.3. Fonctions des géotextiles et produits apparentés.....	16
I. Dispositif N°1	17
I.4. Géosynthétiques — Essai de perforation dynamique (essai par chute d'un cône). [6]	17
I.4.1. Essai de perforation dynamique	17
I.4.2. Domaine d'utilisation.....	17
I.4.3. Méthode de l'essai.....	18
I.4.4. Équipements utilisés	18
I.4.5. Procédure d'opération	19

II.	Dispositif N°2.....	20
	I.5. Géosynthétiques — Essai de poinçonnement statique (essai CBR) (California bearing Ratio). [7]	20
	I.5.1. Poinçonnement statique.....	20
	I.5.2. Champ d'application	21
	I.5.3. Méthode de l'essai.....	21
	I.5.4. Équipement utilisé	21
	I.5.5. Procédure opérationnelle	23
III.	Dispositif N°03.....	23
	I.6. Système d'étanchéités liquide (SEL)	23
	I.6.1. Généralités	23
	I.6.2. Définition.....	24
	I.6.3. Domaine d'emploi	24
	I.6.4. Classement des SEL	25
	I.7. Détermination de la résistance à l'indentation dynamique	25
	I.7.1. Appareil	25
	I.7.2. Éprouvette d'essai.....	27
	I.7.3. Préparation de l'éprouvette d'essai	28
	I.7.4. Durcissement et conditionnement de l'éprouvette d'essai	28
	I.7.5. Procédure d'essai	28
	I.8. Problématique.....	29
	Chapitre II : Modélisation et Simulation Numérique	30
	II.1. Introduction.....	31
	II.2. Dispositif N°1	31
	II.2.1. Solution au problématique	31
	II.2.2. Conception des pièces modifié.....	31

II.3. Dispositif N°2	32
II.3.1. Solution au problématique	32
II.3.2. Conception des pièces	32
II.4. Dispositif N°3	36
II.4.1. Solution au problématique	36
II.4.2. Conception	36
II.4.3. Dimensionnement de l'angle de l'impacte	37
Chapitre III : Gamme d'usinage.....	39
III.1. Introduction	40
III.2. Usinage	40
III.2.1. Machines utilisées	40
III.3. Gamme de fabrication	40
III.3.1. Définition	40
III.4. Elaborer la gamme de fabrication.....	41
III.5. Gamme d'usinage	46
Conclusion générale	57
Annexe A	58
I.1. L'environnement économique du stage	58
I.2. Le cadre du stage.....	61
Références bibliographiques.	63

Liste des figures

Figure 1: Différents types de géosynthétiques [4]	15
Figure 2: Échantillons de géotextiles.[5]	16
Figure 3: Rôles principaux des matériaux géosynthétiques.[1].....	17
Figure 4: (a) Dispositif type de chute de cône avec écran de protection, (b) cône et de tige de guidage, (c) cône de mesure.	19
Figure 5: Forme et dimensions du poinçon	22
Figure 6: Exemple de système de fixation.....	22
Figure 7: bloc de guidage.	22
Figure 8: Système d'étanchéité liquide	24
Figure 9: Diagramme schématique du dispositif de marteau .[10].....	26
Figure 10: Forme de d'indenteur. [10]	27
Figure 11: vue des modification.	31
Figure 12:assemblage finale	32
Figure 13: Essai de poinçonnement statique	33
Figure 14: dessin avec SolidWorks de l'outil de poinçonnement	33
Figure 15:dessin SolidWorks port barre	34
Figure 16: dessin SolidWorks des barre pour fixation des disques.....	34
Figure 17: dessin SolidWorks les disques	34
Figure 18: assemblage des pièces	35
Figure 19: Les modification importé selon X,Y	36
Figure 20:assemblage final des pièces.....	37
Figure 21: l'angle d'impact	38

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques de quelques géosynthétiques. [5]	16
Tableau 4:types d'indenteurs. [10]	26

Introduction générale

Les géotextiles sont des matériaux synthétiques utilisés pour renforcer et protéger les sols, les routes, les ponts, les barrages et autres infrastructures. Ils peuvent également être utilisés pour lutter contre l'érosion et la contamination des sols.

De leur côté, les revêtements d'étanchéité liquide sont des produits appliqués sur les surfaces pour les protéger contre l'eau, l'humidité et les produits chimiques. Ils sont largement utilisés pour l'étanchéité des toitures, des terrasses, des parkings et autres surfaces exposées aux intempéries et à l'usure.

Ces deux éléments sont utilisés pour des applications variées dans le domaine de la construction et de l'ingénierie, allant des projets d'infrastructure tels que les routes et les ponts, aux projets de construction résidentielle et commerciale, en passant par les projets environnementaux et de restauration des sols. Leur utilisation est essentielle pour garantir la qualité, la sécurité et la durabilité des projets dans leur ensemble.

Notre mémoire s'inscrit dans le cadre de la conception et la réalisation de trois dispositifs : perforation, indentation et poinçonnement des matériaux géotextiles et d'étanchéité liquide. Ce projet a été réalisé en collaboration avec le CNERIB (Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment), la présentation détaillée de ce dernier est rapporté à l'Annexe A.

Pour ce faire, on a élaboré le plan de travail suivant :

- Dans le premier chapitre, nous avons abordé de manière générale les matériaux utilisés pour les trois dispositifs. De plus, nous avons examiné en détail les mécanismes de ces dispositifs en suivant les normes afin de garantir leur utilisation en toute sécurité et efficacité. Enfin, nous avons soulevé quelques problématiques concernant les trois dispositifs afin d'approfondir notre réflexion.
- Dans le second chapitre, après avoir identifié les problématiques, nous avons proposé des solutions adaptées. Par la suite, nous avons entrepris une conception améliorée pour répondre aux besoins spécifiques.
- Dans le troisième chapitre, Nous avons fourni les gammes de fabrication et d'usage détaillées pour chaque dispositif.

- Nous clôturons ce mémoire par une conclusion générale donnant une synthèse des résultats obtenus.

Chapitre I : Généralités sur les matériaux et les machines

I.1. Introduction

Les matériaux géotextiles et les systèmes d'étanchéité liquide sont des éléments essentiels dans le domaine du génie civil et de la construction. Ils jouent un rôle crucial dans la protection, la durabilité et la fonctionnalité des structures et des ouvrages.

Dans ce chapitre, nous avons parlé généralement sur les matériaux géotextile et d'étanchéité liquide, ensuite on a examiné en détail le mécanisme de ces 3 machine en suivant la norme, enfin nous avons soulevé une problématique.

I.2. Les géosynthétiques (GSY)

I.2.1. Définition

Un géosynthétique est un produit contenant au moins un constituant fait de polymère synthétique (par exemple, polyéthylène, polyamide, polyester ou polypropylène) ou naturel. Il se présente sous forme de nappe, de bande ou de structure tridimensionnelle. Son utilisation se fait en contact avec le sol ou d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique et du génie civil. [1]

Les géosynthétiques sont généralement regroupés en deux grandes catégories :

- Les géotextiles et les produits similaires aux géotextiles, qui sont des produits perméables.
- Les géomembranes et les géosynthétiques bentonitiques, qui sont principalement imperméables. [2]

I.2.2. Fabrication

Les géosynthétiques, fabriqués à partir de polymères comme le polypropylène, le polyester, le polyéthylène, le polyamide, le chlorure de polyvinylidène et la fibre de verre, sont hautement résistants à la dégradation. Les fibres peuvent être continues ou sous forme de géotextiles courts, combinées avec d'autres matériaux pour améliorer leurs performances. La fusion de plastique extrudé permet également de produire des bandes minces. [2]

I.2.3. Renforcement par géosynthétiques

Les géosynthétiques sont des produits synthétiques qui sont utilisés en contact avec le sol ou d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique et du génie civil. Ils sont fabriqués sous différentes formes à partir de matières synthétiques à base de divers polymères provenant de l'industrie chimique. [3]

Qui sont généralement réparti en deux grandes familles :

- **Les produits perméables** : les géotextiles et produits apparentés de géotextiles.
- **Les produits essentiellement étanches** : les géomembranes et les géosynthétiques bentonitiques. L'association de ces produits forme des géocomposites. [4]



Figure 1: Différents types de géosynthétiques [4]

I.3. Fonction des géosynthétiques

Les géosynthétiques sont des matériaux synthétiques utilisés dans l'industrie chimique et fabriqués à partir de polymères tels que le polyéthylène, le polypropylène, le polyester, les fibres de verre et les fibres végétales. Il existe une grande variété de produits géosynthétiques sur le marché, regroupés en six catégories en fonction de leur matière première, de leur méthode de fabrication et de leur domaine d'application. [1]

I.3.1.1. Les géotextiles

Selon la norme NF EN ISO 10318, un géotextile est une matière textile plane, perméable et composée de polymères (naturels ou synthétiques). Il peut être non tissé, tricoté ou tissé, et est

utilisé en contact avec le sol ou d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique et du génie civil. [1]



Figure 2: Échantillons de géotextiles.[5]

I.3.2. Propriétés des géosynthétiques

Les géosynthétiques sont définis par des caractéristiques physiques, mécaniques et hydrauliques selon des essais normalisés, identifiés pour l'essentiel par des normes internationales de type ISO ou européennes de type EN. Le tableau suivant présente quelques caractéristiques de trois types des géosynthétiques [5]:

Caractéristiques	unité	Géotextile	
		min	max
Épaisseur	mm	0,7	1,6
Masse surfacique	g/m ²	150	380
Masse volumique	g/m ³	-	-
Taux de noire de carbone	%	-	> 2
Résistance à la traction	kN/m	8,1	30,1
Déformation à l'effort parallèle	%	50	55
Résistance au seuil d'écoulement	kN/m	0,67	1,5
Déformation au seuil d'écoulement	kN/m	0,4	1,4
Perméabilité normal au plan	mm/s		80
Ouverture de filtration	μm	70	90

Tableau 1: Caractéristiques de quelques géosynthétiques. [5]

I.3.3. Fonctions des géotextiles et produits apparentés

Les géotextiles et produits similaires sont utilisés dans le domaine de la géotechnique et du génie civil pour différentes fonctions : séparation, renforcement, protection, étanchéité,

filtration et drainage. Ils empêchent le mélange de matériaux de nature différente, améliorent les propriétés mécaniques des sols, protègent les matériaux, contrôlent la migration de gaz ou de liquide, permettent le passage de fluides tout en retenant les particules solides, et collectent et transportent les eaux. [1]

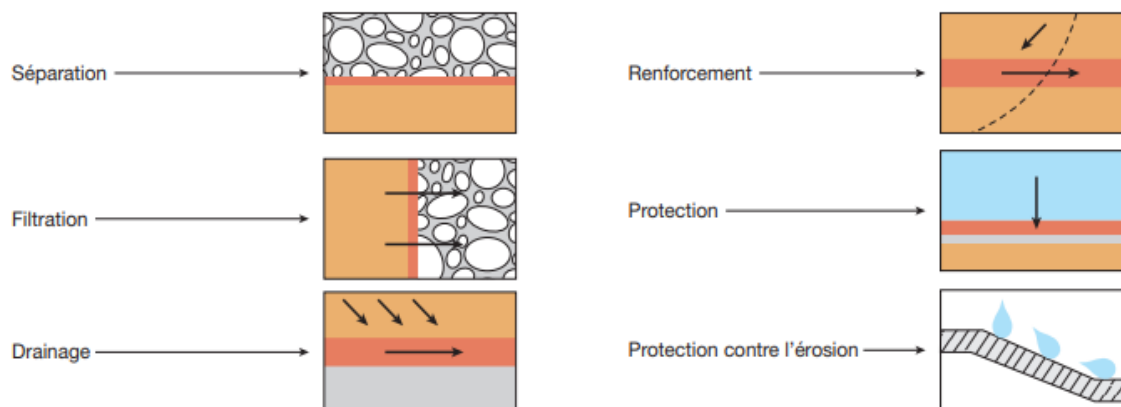


Figure 3: Rôles principaux des matériaux géosynthétiques.[1]

I. Dispositif N°1

I.4. Géosynthétiques — Essai de perforation dynamique (essai par chute d'un cône). [6]

I.4.1. Essai de perforation dynamique

L'essai de perforation dynamique est utilisé pour évaluer la résistance des géosynthétiques à la pénétration. Un poinçon conique est lâché d'une hauteur de 500 mm sur le géotextile, et le diamètre du trou percé est mesuré en millimètre. Plus la valeur est élevée, moins le produit est résistant à la pénétration. Cet essai peut ne pas être applicable à tous les types de géosynthétiques, et il est important de l'utiliser avec prudence. Il permet d'évaluer la réaction du géosynthétique aux agressions mécaniques.

I.4.2. Domaine d'utilisation

L'essai de perforation dynamique d'un géosynthétique est important pour :

- L'identification du produit
- La simulation de l'action des déchets solides.

- L'assurance contre les fuites de liquide.

I.4.3. Méthode de l'essai

L'essai de perforation dynamique implique la chute d'un cône normalisé depuis une hauteur de 500 mm sur le géosynthétique étalé horizontalement entre deux anneaux en acier. La profondeur de pénétration est mesurée à l'aide d'un cône effilé gradué inséré dans le trou créé par la perforation.

I.4.4. Équipements utilisés

Les matériels nécessaires pour mesurer la résistance à la perforation dynamique d'un GSY sont principalement les suivants :

- **Un système de fixation** : Il doit être capable de prévenir tout glissement ou coupure de l'éprouvette pendant l'essai afin de garantir des résultats précis.
- **Un cadre de support** : Il permet de maintenir l'éprouvette entre les anneaux de serrage et de positionner le cône de perforation avant sa chute.
- **Un cône en acier inoxydable** : Ce cône possède un angle au sommet de 45° et une masse de (1000 ± 5) g. Sa surface est lisse et polie pour assurer des conditions de perforation uniformes (figure 4(b)).
- **Un cône de mesure gradué** : Ce cône a une masse de (600 ± 5) g et est utilisé pour mesurer le degré de pénétration. (Figure 4(c))

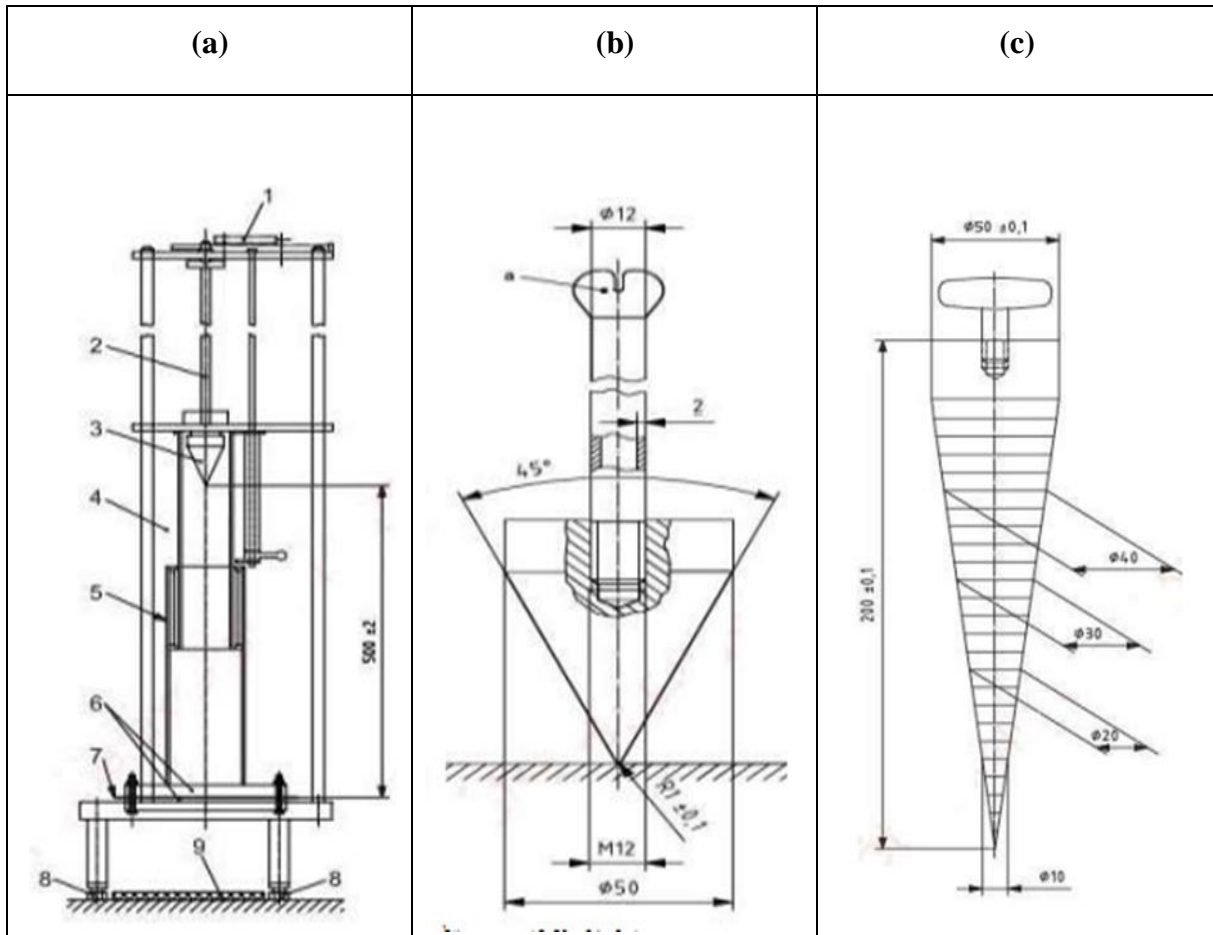


Figure 4: (a) Dispositif type de chute de cône avec écran de protection, (b) cône et de tige de guidage, (c) cône de mesure.

I.4.5. Procédure d'opération

Le mode opératoire de l'essai de perforation dynamique selon la norme ISO 13433-2006 se déroule selon les étapes suivantes :

- **Préparation des échantillons :** Couper cinq éprouvettes de GSY aux dimensions appropriées en fonction de l'appareillage utilisé.
- **Installation des anneaux :** S'assurer que les anneaux fixés sur le cadre support sont horizontaux.

- **Positionnement de l'échantillon** : Maintenir l'échantillon à tester à plat entre les anneaux de serrage et placer l'ensemble sur la machine d'essai.
- **Chute du cône de perforation** : Lâcher le cône de perforation (figure 4(b)) de manière à ce qu'il tombe librement d'une hauteur de (500 ± 2) mm sur le centre de la surface de l'éprouvette.
- **Mesure du diamètre du trou** : Retirer le cône de perforation et avec précaution, insérer immédiatement le cône de mesure (figure 4(a)) dans le trou créé. Maintenir le cône de mesure à la verticale sans appliquer de pression supplémentaire. Attendre 10 secondes, puis mesurer le diamètre du trou avec une précision au millimètre près.
- **Calcul du diamètre moyen** : Calculer le diamètre moyen (en millimètres) des trous percés sur l'ensemble des échantillons testés.

En suivant cette méthodologie, on peut obtenir des mesures précises du diamètre des trous et évaluer la résistance à la perforation dynamique du GSY.

II. Dispositif N°2

I.5. Géosynthétiques — Essai de poinçonnement statique (essai CBR) (California bearing Ratio). [7]

I.5.1. Poinçonnement statique

Le poinçonnement statique, également connu sous le nom d'essai CBR, consiste à enfoncer un piston à base plane dans le matériau GSY testé. La résistance au poinçonnement est mesurée en Newtons (N). Les paramètres utilisés pour caractériser la résistance au poinçonnement sont:

- **Force de poinçonnement F (kN)** : La force appliquée et mesurée sur le poinçon lorsqu'il traverse l'éprouvette à une vitesse de déplacement constante.
- **Enfoncement h (mm)** : La distance parcourue par le poinçon à partir d'une précharge de 20 N.

Ces paramètres permettent d'évaluer la capacité du matériau à résister à la pénétration du poinçon et donnent des indications sur sa résistance au poinçonnement.

I.5.2. Champ d'application

Les résultats de l'essai CBR sont utiles pour évaluer la résistance des géomembranes aux forces de poinçonnement, notamment dans les cas de centres d'enfouissement des déchets ménagers. Les géomembranes situées au fond des casiers peuvent subir des poinçonnements dus aux matériaux stockés, même si elles sont parfois protégées par d'autres produits géosynthétiques tels que les géotextiles de protection.

I.5.3. Méthode de l'essai

L'essai CBR implique le poinçonnement d'une éprouvette de GSY fixée entre deux anneaux en acier. Une force de poinçonnement est appliquée avec une vitesse d'avancement constante du poinçon. Celui-ci est positionné au centre de l'éprouvette et perpendiculaire à celle-ci. Le poinçonnement est effectué jusqu'à atteindre un état de rupture.

Pendant l'essai, la résistance du matériau à la force de poinçonnement ainsi que l'enfoncement du poinçon sont enregistrés et mesurés. Ces données permettent d'évaluer la résistance du matériau au poinçonnement et de déterminer son comportement lorsqu'il est soumis à des forces de ce type.

I.5.4. Équipement utilisé

Les équipements nécessaires pour réaliser l'essai sont les suivants :

- **Une machine d'essai qui permet :**
 - Le déplacement du poinçon à une vitesse constante de (50 ± 5) mm/min.
 - L'enregistrement de la force appliquée et de l'enfoncement du poinçon. Certaines machines modernes permettent une lecture autographique de la force et de l'enfoncement.
 - Un poinçon en acier inoxydable d'un diamètre de $(50 \pm 0,5)$ mm Le rayon du bord d'attaque du poinçon doit être de $(2,5 \pm 0,2)$ mm (Figure 5) présente un schéma du poinçon utilisé dans l'essai.
 - Système de fixation prévenant tout glissement ou coupure des éprouvettes. Le diamètre interne des anneaux de fixation est de (150 ± 5) mm (Figure 6) montre un exemple de système de fixation d'éprouvette. Figure 9 montre un bloc de guidage.

Ces équipements sont essentiels pour mener à bien l'essai CBR et permettent de mesurer la résistance au poinçonnement du matériau testé.

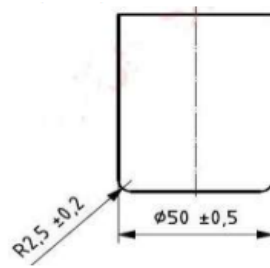


Figure 5: Forme et dimensions du poinçon

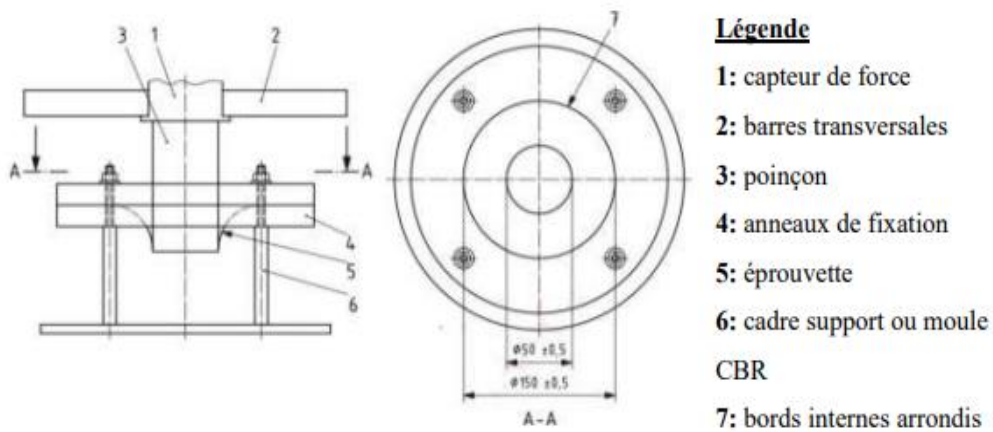


Figure 6: Exemple de système de fixation

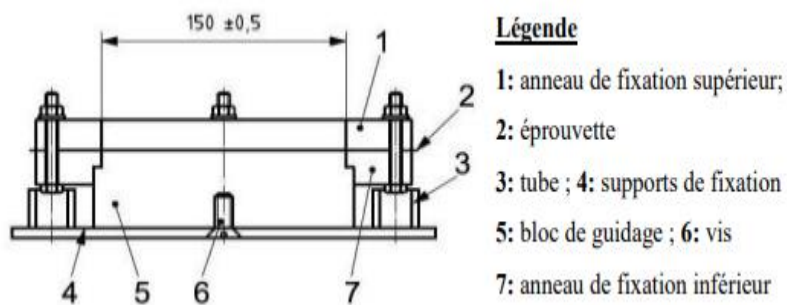


Figure 7: bloc de guidage.

I.5.5. Procédure opérationnelle

La méthodologie de l'essai de poinçonnement statique selon la norme ISO 12236:2006 comprend les étapes suivantes :

- Mettre en place l'éprouvette à tester entre les anneaux de fixation (figure 6) à l'aide du bloc de guidage (figure 7).
- Positionner l'ensemble (éprouvette + système de fixation) sur la machine d'essai.
- Approcher le poinçon (figure 5) en contact avec l'éprouvette et l'enfoncer à travers celle-ci à une vitesse de (50 ± 5) mm/min, en commençant l'enregistrement de l'enfoncement pour une charge initiale de 20 N.
- Répéter la même procédure expérimentale sur les autres éprouvettes à tester.

Ces étapes permettent de réaliser l'essai de poinçonnement statique de manière reproductible et de recueillir les données nécessaires pour évaluer la résistance du matériau.

III. Dispositif N°03

I.6. Système d'étanchéités liquide (SEL)

I.6.1. Généralités

Les systèmes d'étanchéité liquides sont utilisés dans de nombreux domaines. Elles sont appliquées selon un cadre réglementaire précis et évolutif. L'objectif principal de ce guide d'interprétation est de clarifier l'environnement réglementaire des systèmes d'étanchéité liquides. Elle couvre les principaux domaines d'utilisation des systèmes d'étanchéité liquide :

- Toitures terrasses,
- Balcons,
- Planchers intermédiaires intérieurs,
- Ouvrages en eau,

Que ce soit en travaux neufs ou en rénovation, en intérieur ou en extérieur.

Cet outil pourra vous aider à prescrire un système d'étanchéité liquide adapté en considération des impératifs réglementaires. [8]

I.6.2. Définition

Un SEL est une suspension liquide (à base d'eau et/ou solvants) appliqué in situ sur des substrats des toitures terrasses. Après séchage ou polymérisation, il forme une membrane durable continue, étanche, adhérente, résistant à la fissuration.

Le constituant principal (liant) des produits visés est une résine polymérique (par exemple le polyuréthane, l'acrylique ou le polyester). Ces produits sont disponibles sous forme liquide ou pâteuse lors de leur utilisation. Ils sont appliqués en couches successives à froid ou à chaud, éventuellement renforcées par une armature, afin de former un système d'étanchéité après séchage ou polymérisation. L'épaisseur et les performances de ce système varient en fonction de son utilisation spécifique. [8]

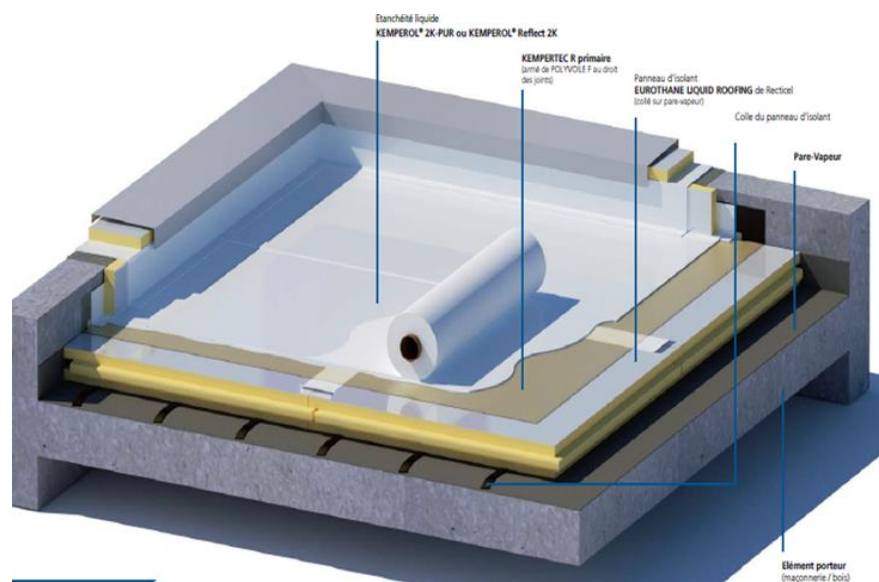


Figure 8: Système d'étanchéité liquide

I.6.3. Domaine d'emploi

Le champ d'application de ces produits est défini dans leurs avis techniques, en fonction des exigences spécifiques auxquelles ils doivent répondre. Ils sont généralement utilisés pour assurer l'étanchéité des sols et peuvent être appliqués dans les cas suivants [8] :

- En revêtement directement accessible ;

- Sous protection dure rapportée, en particulier carrelage scellé ou collé (support de pente minimale 1%).

I.6.4. Classement des SEL

Le classement de SEL se fait par catégorie selon l'usage [9] :

- En fonction de la durée de vie ;
- En fonction de la zone climatique d'utilisation ;
- Par charges d'utilisation ;
- En fonction de la pente.

Ces différentes catégories de classification permettent de choisir le SEL le plus approprié en fonction des exigences spécifiques du projet, assurant ainsi une utilisation efficace et durable du système d'étanchéité liquide.

I.7. Détermination de la résistance à l'indentation dynamique

Cette norme décrit la méthode d'évaluation de la résistance à l'indentation dynamique des kits d'étanchéité liquide utilisés sur les toitures. Elle implique l'application d'une énergie d'impact de 5,9 J à l'aide d'un indenteur en acier spécifique sur la surface exposée du produit installé. En cas d'incertitudes, la présence de perforations sur le produit installé doit être détectée en évaluant son étanchéité à l'eau. [10]

I.7.1. Appareil

Dispositif de marteau avec un ajusteur d'indenteur fournissant une énergie d'impact de 5,9 +0,1 J.

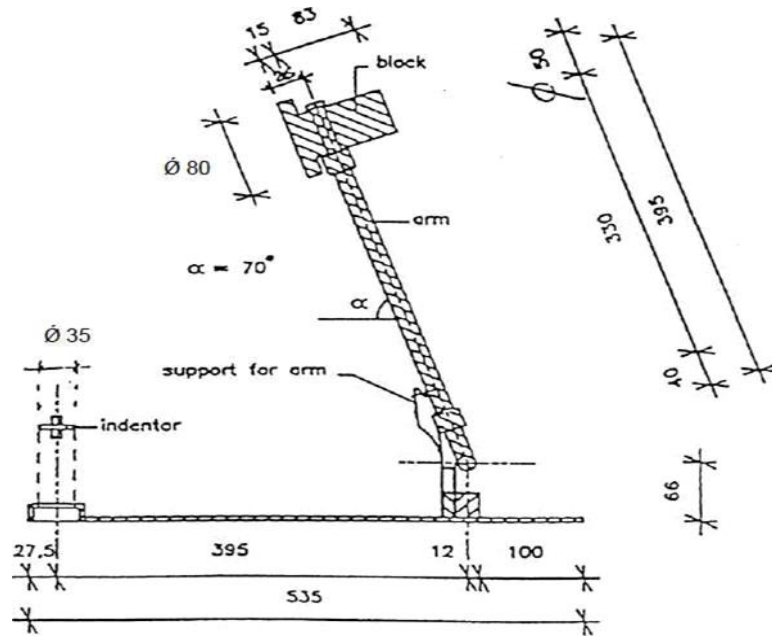


Figure 9: Diagramme schématique du dispositif de marteau .[10]

Ensemble d'indenteur en acier. Selon le Tableau 16 et la Figure 7.

Le rayon de bord R du cylindre doit être de $0,3 \pm 0,1$ mm

L'acier doit avoir une dureté d'au moins 58 HRC ; toutes les surfaces sont polies.

		Type d'indenteurs			
		I_1	I_2	I_3	I_4
Q	D	$30 + 0.05$	$20 + 0.05$	$10 + 0.05$	$6 + 0.05$
	A	15	15	15	10
	B	15	15	15	20

Tableau 2:types d'indenteurs. [10]

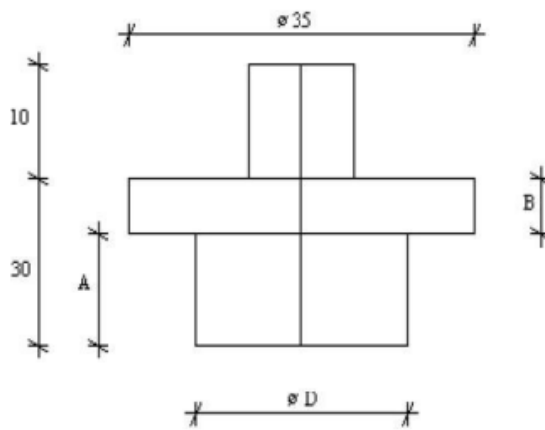


Figure 10: Forme de d'indenteur. [10]

Pour serrer ou fixer l'éprouvette d'essai avec une dimension interne.

Entre 200 mm x 200 mm et 300 mm x 300 mm

Plaque de base rigide de taille suffisante.

Papier siliconé.

Dispositifs pour tester l'étanchéité à l'eau. En cas de système(s) entièrement lié(s) :

- a. Testeur d'étincelles électrique approprié ;
- b. Cylindre de diamètre 50 mm, pour appliquer une hauteur d'eau (colorée) d'au moins 100mm.

I.7.2. Éprouvette d'essai

Les dimensions de l'éprouvette d'essai se compose du système assemblé avec son substrat. Celle-ci doivent être basées sur le cadre utilisé et doivent avoir une surface d'essai de $200 + 1$ mm x $200 + 1$ mm

- Nombre d'éprouvettes d'essai : Trois éprouvettes d'essai sont nécessaires pour le système assemblé.

Note : En fonction du type et des dimensions du substrat, il peut être réutilisé plusieurs fois. Si des dommages surviennent pendant l'essai, le substrat peut être réutilisé à condition qu'il soit déplacé d'au moins 100 mm par rapport aux indentations précédentes ou aux côtés internes du cadre. La même pièce de substrat peut être utilisée pour trois tests. [10]

I.7.3. Préparation de l'éprouvette d'essai

Pour les systèmes posés librement ou partiellement liés, les éprouvettes d'essai sont découpées à partir d'un échantillon de film libre tel que du papier siliconé. Pour les autres cas, l'éprouvette d'essai est constituée du système lié au substrat le plus et le moins compressible selon les spécifications du fabricant. Si le substrat est en béton, une plaque en acier d'épaisseur minimale de 6 mm est utilisée comme substrat.

Note 1 : si le "système" comprend une couche de support et/ou une couche d'inversion, il est important de veiller à ce que l'éprouvette d'essai ne présente aucun joint.

Note 2 : Dans les cas particuliers des "systèmes" entièrement liés où le substrat le moins compressible spécifié est du béton, une plaque en acier est utilisée comme substrat. Cette configuration facilite l'évaluation ultérieure de l'étanchéité à l'eau en utilisant des méthodes électriques, telles que l'utilisation d'un testeur d'étincelles électriques. [10]

I.7.4. Durcissement et conditionnement de l'éprouvette d'essai

Le "système" assemblé doit subir un processus de durcissement à une température de 23 ± 2 °C et à une humidité relative de 50 ± 5 % pendant la durée recommandée par le fabricant.

Une fois durcies, les éprouvettes d'essai doivent être soumises à une période de conditionnement à une température de 23 ± 2 °C pendant au moins 16 heures. [10]

I.7.5. Procédure d'essai

L'essai doit être effectué à une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de 50 ± 5 %, sauf indication contraire.

1. Fixez solidement l'éprouvette d'essai dans le cadre de manière à ce qu'elle soit complètement maintenue et soutenue sur les bords.
2. Placez l'appareil au centre de l'éprouvette d'essai si ses dimensions sont de 200 mm x 200 mm, ou à une distance d'au moins 100 mm des côtés internes du cadre si des éprouvettes d'essai plus grandes sont utilisées.
3. Réglez le dispositif de marteau en position de libération. Positionnez l'indenteur sur la face exposée de l'éprouvette d'essai. Le type d'indenteur à utiliser (conformément au

Tableau 16) dépend du niveau de résistance correspondant à la catégorie de charge spécifiée par le fabricant.

4. Appliquez une énergie d'impact de $5,9 \pm 0,1$ J sur l'indenteur en acier.

Note : Si le marteau rebondit à partir de l'indenteur en raison de l'énergie d'impact et du substrat rigide, arrêtez manuellement le mouvement pour éviter un deuxième impact sur l'indenteur. Ensuite, examinez visuellement le revêtement d'étanchéité liquide appliqué sur le toit pour détecter les perforations. Utilisez l'une des procédures suivantes pour évaluer l'étanchéité du "système" à l'endroit de l'indentation :

- a. Vérifiez s'il y a une pénétration dans le film libre ;
- b. Appliquez une colonne d'eau sur les systèmes collés aux substrats et inspectez les signes de pénétration d'eau ;
- c. Utilisez une méthode électrique avec de l'eau salée pour les systèmes collés à l'acier.

[10]

I.8. Problématique

Pour la machine N°1 :

Hauteur de la chute non réglable.

Pour machine N°2 :

Machine existants au laboratoire qui n'est pas fonctionnelle, car il y'a un manque de pièces.

Pour machine N°3 :

Limitation dans le nombre des essais disponibles.

Chapitre II : Modélisation et Simulation Numérique

II.1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de répondre à la problématique soulevée dans le chapitre précédent en proposant une conception améliorée pour les trois machines nécessaires aux essais. Par conséquent, nous utiliserons le module structurel de SolidWorks simulation pour évaluer la résistance des châssis.

II.2. Dispositif N°1

II.2.1. Solution au problème

Modification de l'appareil d'une manière à obtenir une option supplémentaire qui est le réglage de la hauteur de chute de cône.

II.2.2. Conception des pièces modifiées

Au début notre machine est limitée à 500mm de chute de cône puis on a proposé de d'ajouter une tige fileter dans le tube pour avoir des essais jusqu'à un 1000mm.

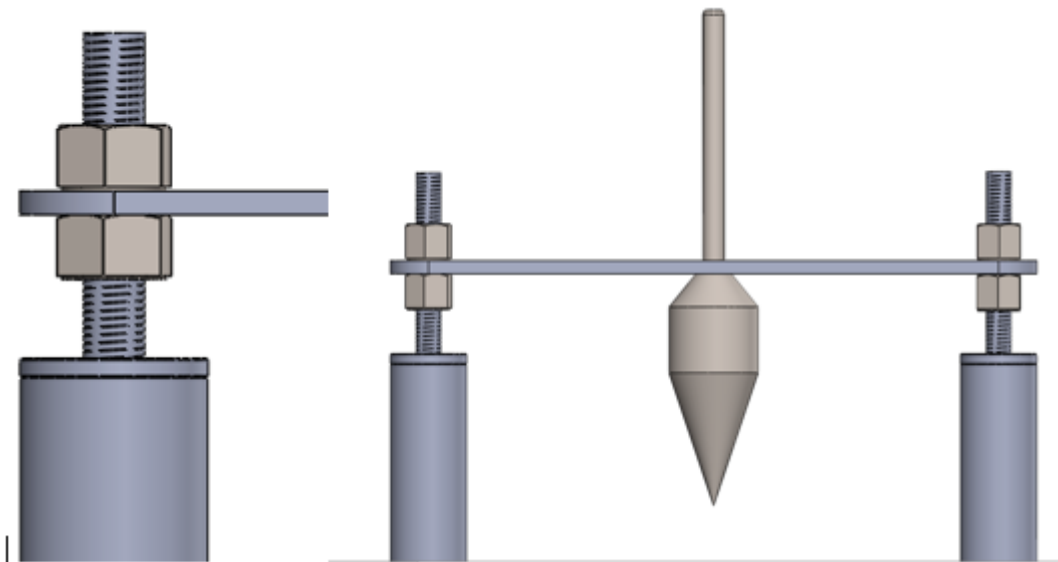


Figure 11: vue des modifications.

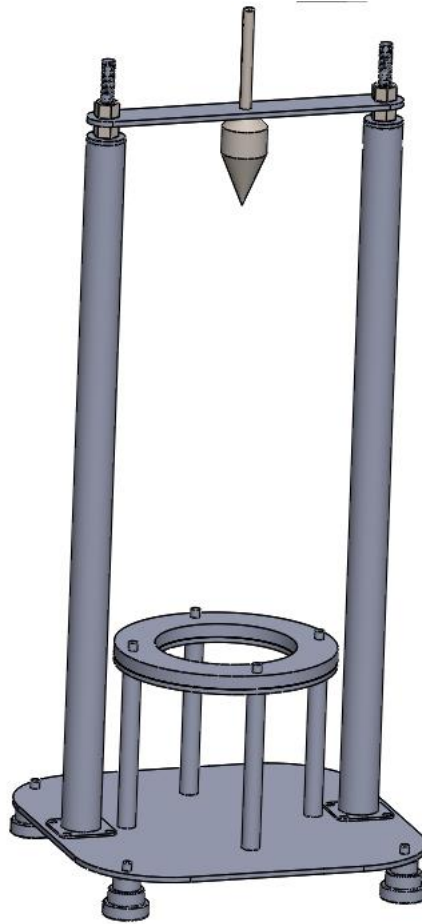


Figure 12:assemblage finale

II.3. Dispositif N°2

II.3.1. Solution au problématique

Conception sur les pièces manquantes dans la machine en respectant la norme ISO.

II.3.2. Conception des pièces

Cette machine existe au niveau du centre de recherche CNERIB, cependant il manque certaines pièces pour réaliser les essais de poinçonnement en suivant la norme ISO.



Figure 13: Essai de poinçonnement statique

Pour se faire, nous avons proposé la conception suivant :

L'outil de poinçonnement :

Il sert à faire de poinçonnement sur les géotextiles

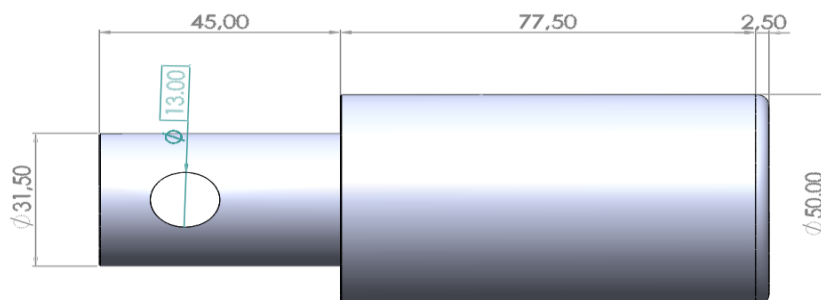


Figure 14: dessin avec SolidWorks de l'outil de poinçonnement

Bâti :

Il sert à fixer les barres du porte disque

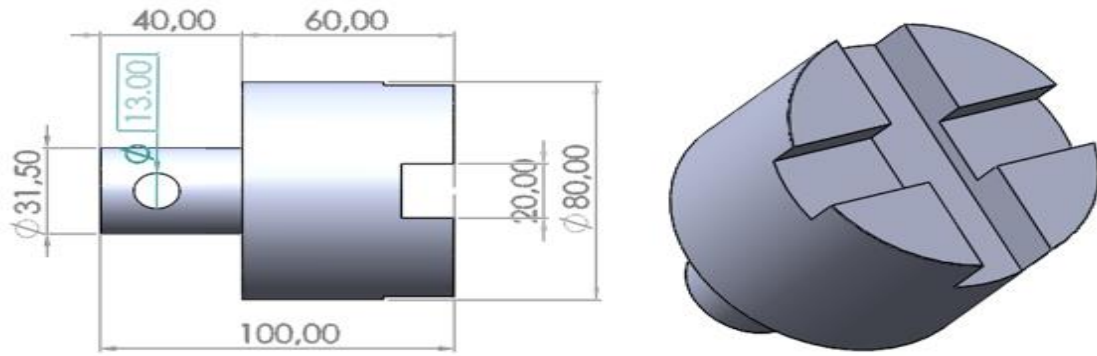


Figure 15: dessin SolidWorks port barre

Barre :

Elle sert à fixer les disques

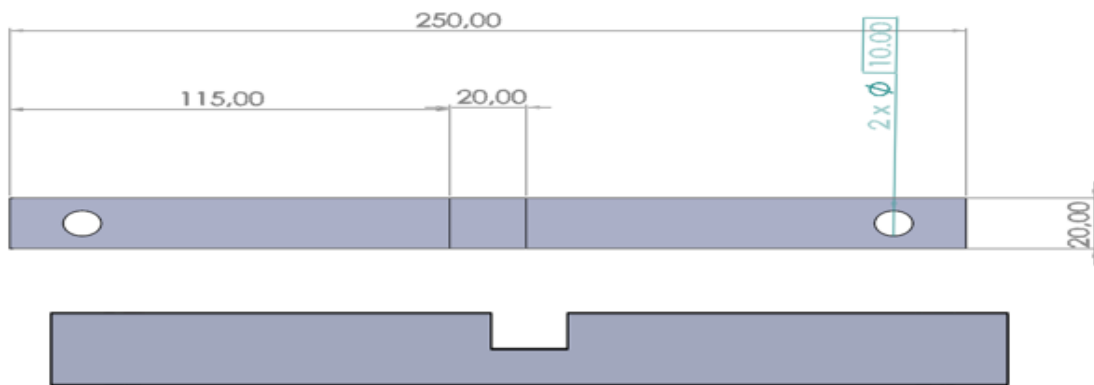


Figure 16: dessin SolidWorks des barre pour fixation des disques

Disque :

C'est pour fixer les gétexiles lors de manioulation

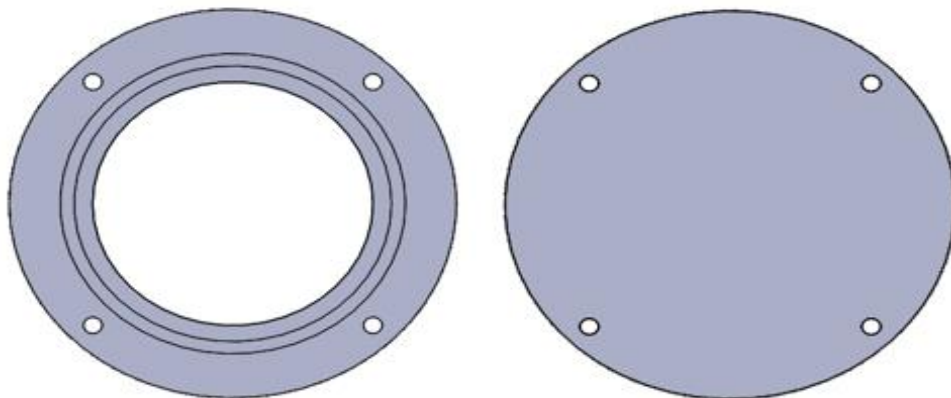


Figure 17: dessin SolidWorks les disques

Assemblage finale de l'ensemble des pièces usinée :

L'ensemble sert à faire un essai de poinçonnemet

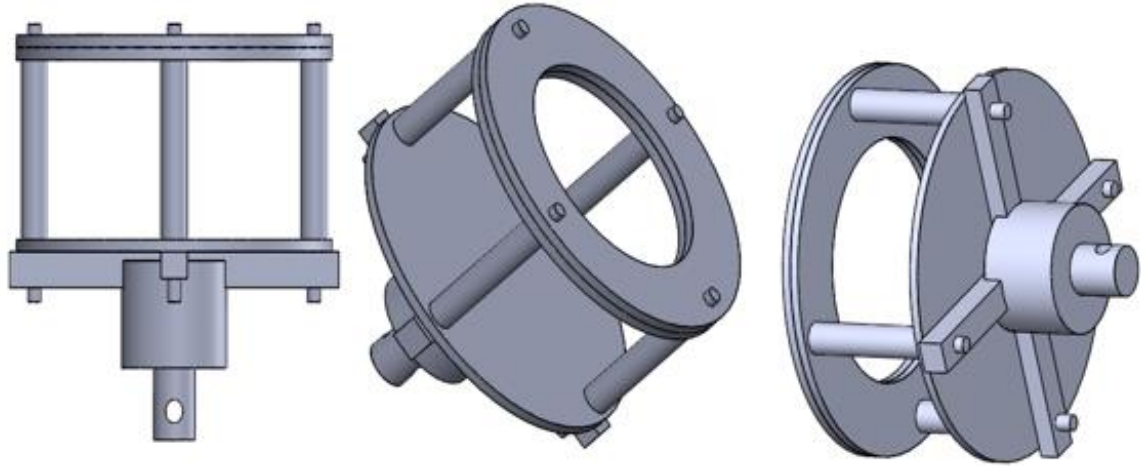


Figure 18: assemblage des pièces

II.4. Dispositif N°3

II.4.1. Solution au problématique

Modifier la conception de l'appareil pour réaliser plusieurs essais.

II.4.2. Conception

Conception de l'appareil on a porté des modifications pour notre conception on a ajouté des paramètres de déplacement selon x et y pour avoir plusieurs essais.

Pour se faire, nous avons ajouté des rainures pour monter un roulement à palier afin d'effectuer l'avance de marteau selon X. Par la suite, on a ajouté des épaulements pour déplacer le marteau selon Y.

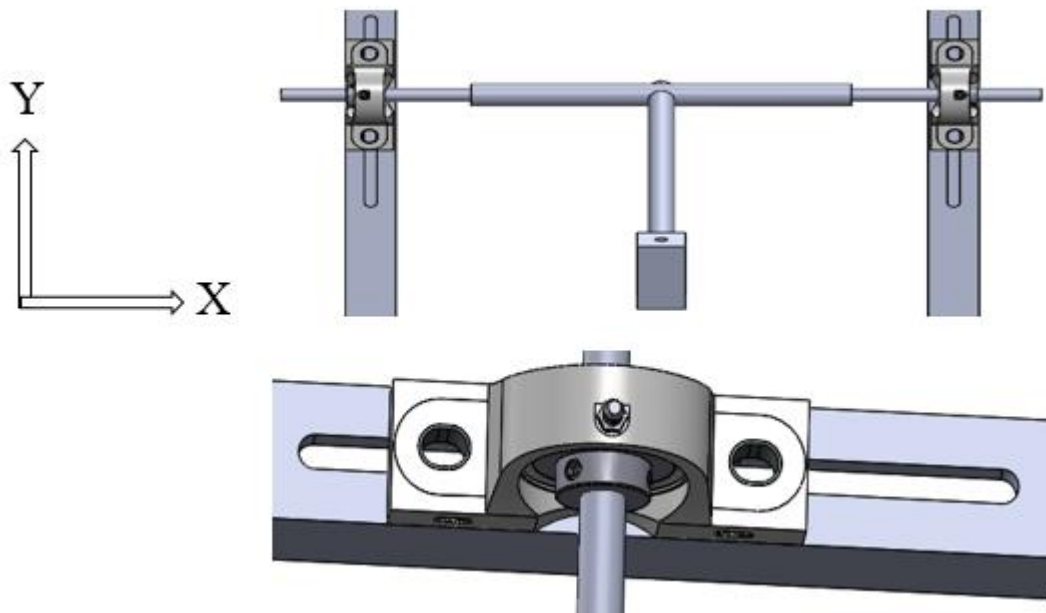


Figure 19: Les modifications importées selon X, Y

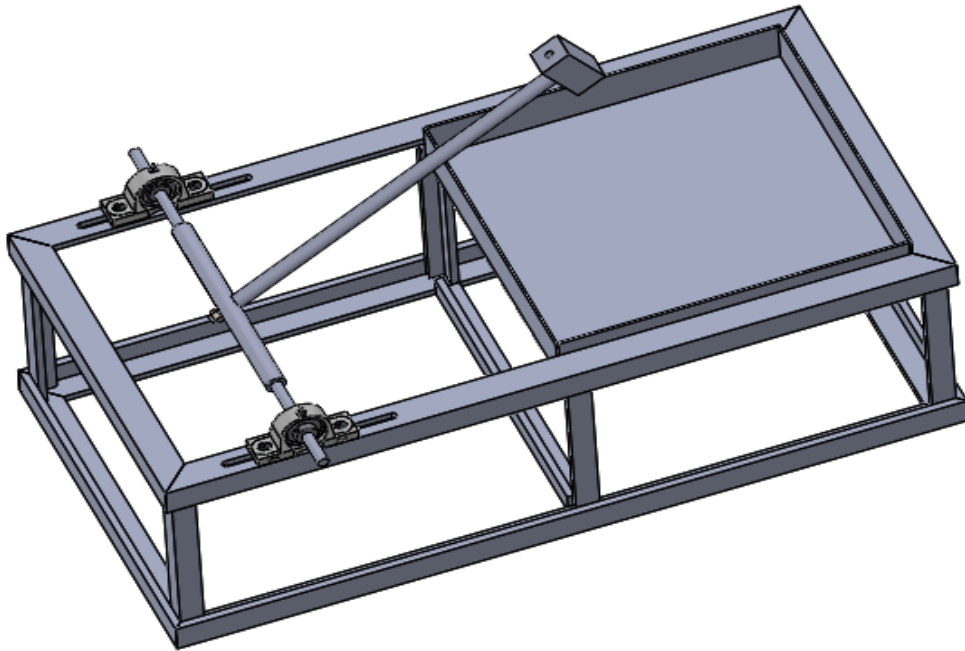


Figure 20: assemblage final des pièces.

II.4.3. Dimensionnement de l'angle de l'impacte

Pour avoir impact de 5.9 j on a mené des calculs suivant :

Donnée

$$l_1 = 0,555 \text{ M}$$

$$m_2 = 0,918 \text{ Kg}$$

$$l = 0,079 \text{ M}$$

$$u = 5,9 \text{ J}$$

$$m_1 = 1,409 \text{ Kg}$$

Calcul de l'énergie :

Démonstrations de la formule :

$$u = u_1 + u_2 = mgh_1$$

$$u_1 = m_1 \times g \times h_1 = m_1 \times g \times \frac{l_1}{2 \sin \alpha}$$

$$u_2 = m_2 \times g \times h_2 = m_2 \times g (l_1 + \frac{l}{2})$$

$$u = g \times \sin \alpha (m_1 \times \frac{l_1}{2} + m_2 (l_1 + \frac{l}{2}))$$

$$\sin \alpha = \frac{u}{g [m_1 \frac{l_1}{2} + m_2 (l_1 + \frac{l}{2})]}$$

- u = énergie potentielle de l'ensemble.
- u_1 = énergie potentielle de mouvement.
- u_2 = énergie potentielle de la masse (marteau).
- m_1 = la masse de bras de marteau (bras de levier).
- m_2 = la masse de tête de marteau.
- G = la gravité.
- l_1 = la longueur de levier.
- l = la longueur de la masse.
- α = l'angle de l'impact.

Application numérique :

$$\sin \alpha = \frac{5.9}{10 \left[1.409 \times \frac{0.555}{2} + 0.918 \left(0.555 + \frac{0.079}{2} \right) \right]}$$

$$\sin \alpha = 0.6298$$

$$\alpha = 39.03^\circ$$

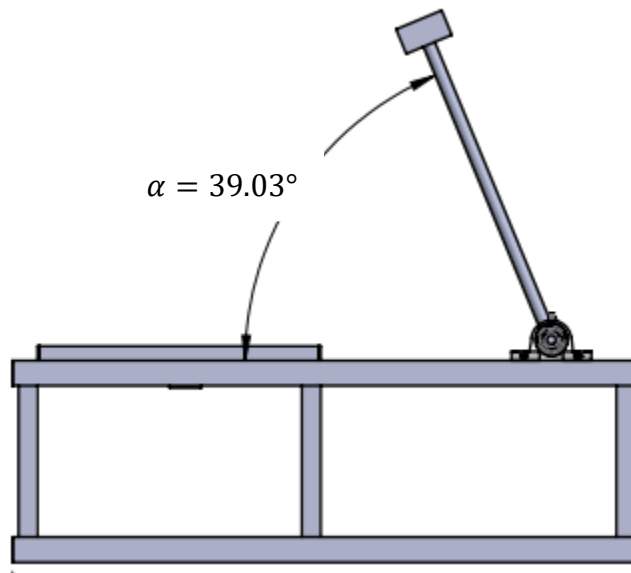


Figure 21: l'angle d'impact

Chapitre III : Gamme d'usinage

III.1. Introduction

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique.

Dans ce chapitre, nous aborderons la phase de fabrication puisque que la phase de conception est achevée, ensuite on va établir la gamme de fabrication ainsi que la gamme d'usinage pour chaque pièce.

III.2. Usinage

III.2.1. Machines utilisées

Dans cette partie, on cite l'ensemble des machines utiliser dans la fabrication de l'ensemble des pièces composantes notre système :

- Scie mécanique.
- Tour parallèle conventionnel.
- Fraiseuse horizontale conventionnelle.
- Perceuse horizontale.
- Découpe plasma.

III.3. Gamme de fabrication

III.3.1. Définition

Une gamme de fabrication est le mode opératoire décrivant le processus d'exécution d'une ou plusieurs pièces. Elle est liée à la nomenclature, qui est la liste et la quantité des composants à mettre en œuvre aux différentes étapes de la gamme. Les ordres de fabrication lancés en production sont associés à une gamme, et précisent la quantité à produire, la date prévue, ...

La gamme de fabrication reste au Bureau des Méthodes. [12]

III.4. Elaborer la gamme de fabrication

- Dispositif N°01

Gamme de fabrication		Grue d'atelier		
Réalisation : <ul style="list-style-type: none"> • HADRI Messaad • TERKI Ali • ZENNAD Arezki 		Bureau des méthodes (usinage et brut).		
		HALL TECHNOLOGIE		
		Date :07/06/2023		
pièces	Matériaux	Phases	Unité	quantité
Cône	Inox	Débitage	Usinage	01
		Tournage		
		Perçage		
		Taraudage		
Tige de cône	Inox	Débitage	Usinage	01
		Tournage		
		Filetage		
Cône gradué	A60 (E335)	Débitage	Usinage	01
		Tournage		
		Peinture		
		L'échelle	Peinture	
Disque	Fonte	Tournage	Usinage	02

		Perçage		
		Peinture	Peinture	
Tige port disque	A60 (E335)	Débitage	usinage	04
		Tournage		
		Filetage		
		Peinture	Peinture	
Fixation tube	Tôle	Découpe plasma	Découpage	02
		Peinture	Peinture	
Tube rond	Tube rond	Débitage	Usinage	02
		Peinture	Peinture	
		Soudage	Soudure	
Porte tige fileté	A60 (E335)	Débitage	Usinage	02
		Tournage		
		Taraudage		
		Peinture	Peinture	
Porte cône	Tôle	Découpe plasma	Découpage	01
		Perçage	Usinage	
		Peinture	Peinture	
Bâti	Tôle	Découpe plasma	Découpage	01

		Peinture	Peinture	
--	--	----------	----------	--

Pied	A60 (E335)	Débitage	Usinage	04
		Tournage		
		Filetage		
		Peinture	Peinture	
Tige fileté	/	/	Commerce	02
Vis H6 M10	/	/	commerce	08
Ecrou M10	/	/	commerce	20
Ecrou M14	/	/	commerce	04

▪ Dispositif N°02

Gamme de fabrication		Grue d'atelier		
Réalisation : <ul style="list-style-type: none"> • ZENNAD Arezki • TERKI Ali • HADRI Messaad 		Bureau des méthodes (usinage et brut).		
		HALL TECHNOLOGIE		
		Date : 07/06/2023		
Pièces	Matériaux	Phases	Unité	quantité
disque	inox	Débitage	Découpage	03
		Découpe plasma	Découpe plasma	
		Tournage	usinage	

Poinçon	Inox	Débitage	Découpage	01
		Tournage	usinage	
		filetage		
Pied de disque	Inox	Débitage	Découpage	01
		Tournage	Usinage	
Bâtis	Inox	Débitage	Découpage	01
		Tournage	usinage	
		Fraisage		

▪ **Machine N°03**

Remarque : l'acier Xc38, également connu sous le nom d'(C35). [13]

Gamme de fabrication		Grue d'atelier		
Réalisation : <ul style="list-style-type: none"> • ZENNAD Arezki • TERKI Ali • HADRI Messaad 		Bureau des méthodes (usinage et brut).		
		HALL TECHNOLOGIE		
		Date :07/06/2023		
pièces	Matériaux	Phases	Unité	quantité
Table	Cornière	Débitage	Découpage	01
		Soudage	Soudure	
		Peinture	Peinture	

Pied	Cornière	débitage	découpage	06
		soudage	Soudure	
		Peinture	Peinture	
Bras de marteau	Xc38 (C35)	Débitage	usinage	01
		tournage		
		Filetage		
		Peinture	Peinture	
Marteau (Masse)	Xc38 (C35)	débitage	usinage	01
		Fraisage		
		Taraudage		
		Peinture	Peinture	
Barre	Xc38 (C35)	Débitage	usinage	01
		Tournage		
		Perçage		
		Peinture	Peinture	
Plaque	Tôle	Débitage	Découpage	01
		Soudage	Soudure	
		Peinture	Peinture	
Roulement a palier	/	/	commerce	02

Vis	/	/	commerce	04
Ecrou	/	/	commerce	05

III.5. Gamme d'usinage

▪ Dispositif N°01

Pendant le processus de fabrication, ces paramètres ont été utilisés :

- $N = 1000 \times V_c / \pi \times D$
- $N =$ vitesse de rotation (tr/min)
- $D =$ Diamètre du brute (mm)
- $V_c =$ vitesse de coupe (m/min)
- $V_f = F \times N$
- $V_f =$ Vitesse d'avance (m/min)
- $F =$ avance par tour (mm/tr)


TOUR				
Matériaux	ébauche		Finition	
	V_c (m/min)	F (mm/tr)	V_c (m/min)	F (mm/tr)
Inox	27	0,1	32	$\geq 0,04$
S235	30	0,1	45	$\geq 0,04$
E335	20	0,1	28	$\geq 0,04$

Fraise :

- $N = 1000 \times V_c / \pi \times D$
- $N =$ vitesse de rotation (tr/min)
- $V_f = F \times N \times Z$
- $Z =$ Nombre de dent
- $D =$ Diamètre de la broche (mm)
- $V_c =$ vitesse de coupe (m/min)
- $V_f =$ Vitesse d'avance (m/min)
- $F =$ avance par tour (mm/tr)

Fraise				
Matériaux	ébauche		Finition	
	Vc (m/min)	F (mm/tr)	Vc (m/min)	F (mm/tr)
Inox	18	0,08	22	0,05
S235	29	0,11	40	0,06
E335	20	0,06	25	0,04

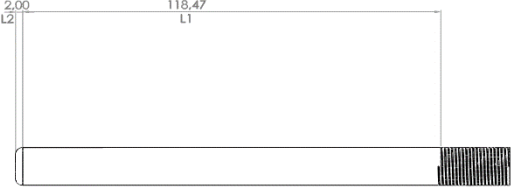
1) Cône

N° de phase	Les designations des phases, sous-phase et operations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquets de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Control de brut	Atelier de control	Appareillage	
200	Decoupage L = 120 mm $\varnothing = 51 \pm 2\text{mm}$	Une scie mécanique	Lame (en acier allié)	L = 120 ± 2 mm $\varnothing = 51 \pm 2 \text{ mm}$
	Tournage	Tour Conventional	Outil à Charioté	

300	<p>Côte $\phi=50\text{mm}$</p> <p>Conique</p> <p>$L_1= 105,36\text{mm}$</p> <p>Charioté avec un angle de $22,5^\circ$</p> <p>Plat</p> <p>$L_2= 30,00 \text{ mm}$</p> <p>Chamfrain</p> <p>$L_3= 15,00 \text{ mm}$</p>	(plaquette carée)	
-----	---	--------------------	--

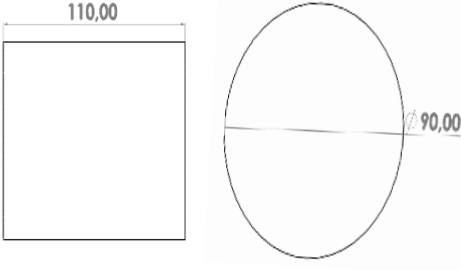
2) Tige de cône

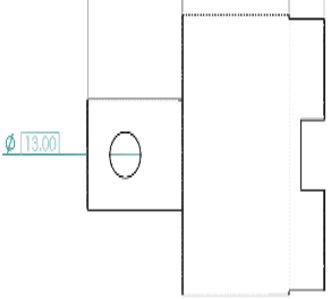
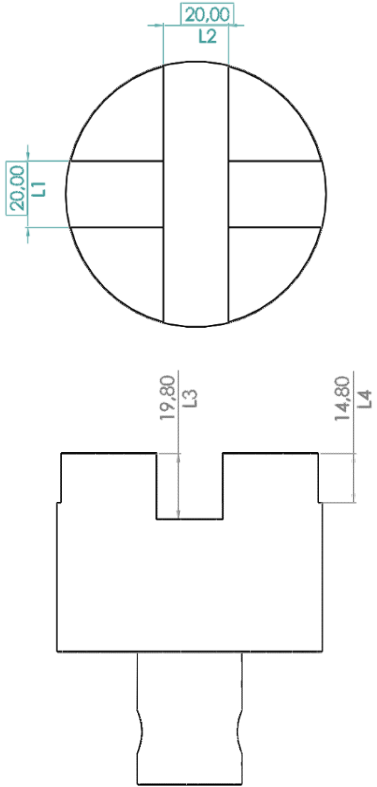
N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et operations	Machine	Appareillage outils-coupants	croquet de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle brute	Atelier de contrôle	Appareillage	
200	<p>Découpage</p> <p>$L = 150 \pm 2\text{mm}$</p> <p>$\phi = 20 \pm 2 \text{ mm}$</p>	Une scie mécanique	Lame (en acier allié)	<p>$L = 150 \pm 2 \text{ mm}$</p> <p>$\phi = 20 \pm 2 \text{ mm}$</p>
300	<p>Dressage</p> <p>$\phi = 20$</p> <p>Chariotage sur $L_1=138 \text{ mm}$</p> <p>Chanfreinage sur $L_2=2 \text{ mm}$</p>	Tour conventionnel	Outil a pastie carée	

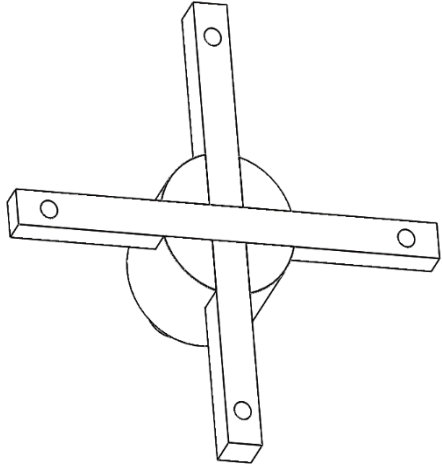
400	Filtage sur L=20 mm Pas = 2	Tour conventionnel	Fillière Ø12	
-----	-----------------------------------	-----------------------	--------------	--

- **Dispositif N°02**
 - **Matériaux utilisé : INOX**

1)Bâtis

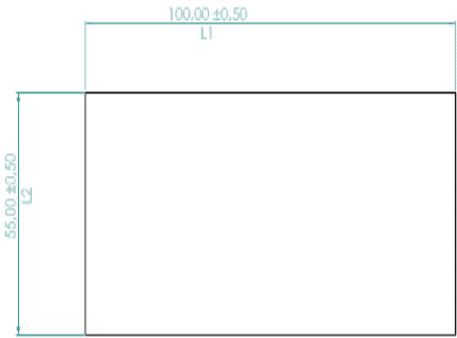
N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brut	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Découpage L = 110±2 mm Ø = 80 ± 2mm	Une scie mécanique	Lame (en acier allié)	<p style="text-align: center;">L = 110 ± 2 mm</p> <p style="text-align: center;">Ø = 80 ± 2mm</p>

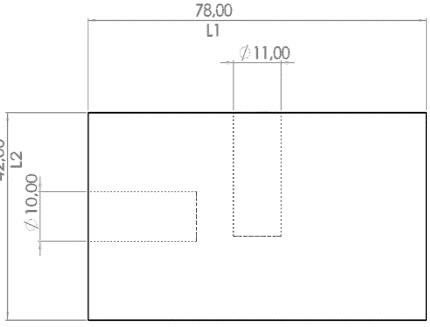
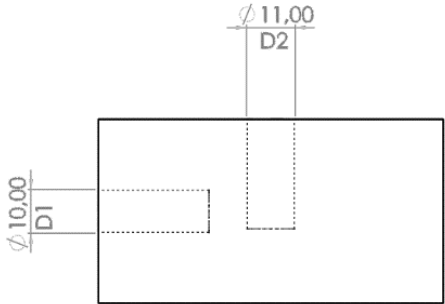
<p>400</p>	<p>Perçage</p>	<p>Perceuse a colonne</p>	<p>Foret $\varnothing = 13mm$</p>	
<p>500</p>	<p>FRAISAGE</p> <p>L1 = 20,00 mm L2=20,00 mm</p> <p>Profondeur L3=20,00 mm L4=15,00mm</p>	<p>Fraiseuse conventionnel</p>	<p>Fraise $\varnothing = 20mm$</p>	
<p>600</p>	<p>Soudage en inox Les barres sur le batis</p>	<p>Poste a soudée</p>	<p>Baguette en inox $\varnothing = 3,5mm$</p>	

700	Fraisage	Fraiseuse	Dents en carbure	


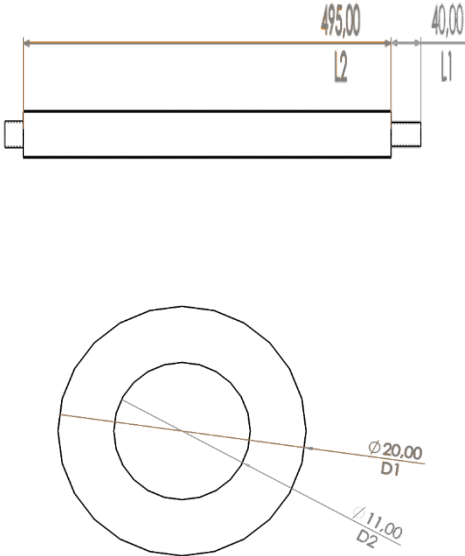
▪ **Dispositif N°03**

1) Masse

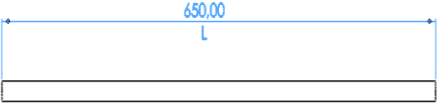
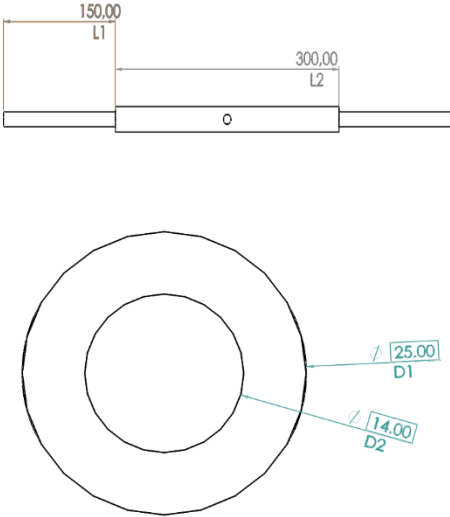
N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brut	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Découpage L = 100/55 mm	Une scie mécanique	Lame (en acier allié)	L = 100/55mm

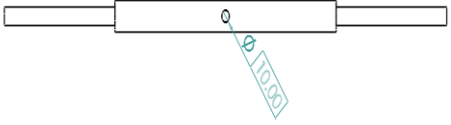
<p>300</p>	<p>Fraisage Dressage de la piece $L_1=78,00\text{mm}$ $L_2=42,00\text{mm}$</p>	<p>fraise Conventionnel</p>	<p>Plaquette en carbure</p>	
<p>400</p>	<p>Perçage Côte₁(D1) =10,00mm Cote₂ (D2)=11,00 mm</p>	<p>Perçeuse a colonne</p>	<p>Foret $\varnothing =$ 10,00mm $\varnothing =$ 11,00mm</p>	

2) Bras de levier (de la masse)

N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brut	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	<p>Découpage</p> <p>L = 600 mm</p> <p>$\varnothing = 20,00mm$</p>	Une scie mécanique	Lame (en acier allié)	<p>L = 600mm</p> <p>$\varnothing = 20,00mm$</p>
300	<p>tournage</p> <p>chanfreinage (épaulement)</p> <p>L₁=40,00mm</p> <p>L₂=495,00mm</p> <p>D1=</p> <p>$\varnothing = 20,00mm$</p> <p>D2=</p> <p>$\varnothing = 11,00mm$</p>	tour Conventionel	Outil a plaquette knux	

3) Axe du bras de levier

N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brut	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Découpage L = 650 mm $\varnothing = 25,00mm$	Une scie mécanique	Lame (en acier allié)	L = 650mm $\varnothing = 25,00mm$
300	tournage chanfreinage (épaulement) L ₁ =150,00mm L ₂ =300,00mm D1= $\varnothing = 25,00mm$ D2= $\varnothing = 14,00mm$	tour Conventional	Outil a plaquette knux	

400	PERCAGE $\varnothing = 10,00mm$	Perçeuse a colonne	Foret $\varnothing = 10,00mm$	 A technical drawing of a drill bit. It shows a central cylindrical body with a double-flute design. The diameter of the body is indicated by a dimension line and the text $\varnothing 10,00$. The bit has a standard double-flute geometry with a cutting edge.
-----	--	-----------------------	---	--

Conclusion générale

Notre travail de conception et de fabrication de dispositif de perforation, d'indentation et de poinçonnement de géotextiles et des revêtements d'étanchéité liquide est réalisé en respectant les normes ISO. Nous avons identifié des problèmes spécifiques à ces machines et suggéré des solutions appropriées pour les résoudre.

Grâce à nos recherches, nous avons développé une compréhension approfondie des matériaux utilisés et des mécanismes de fonctionnement des machines. Nous avons également souligné l'importance de ces technologies dans divers domaines de la construction et de l'ingénierie pour assurer la qualité, la sécurité et la durabilité des projets.

Notre collaboration avec le CNERIB a été précieuse pour mener à bien ce projet, en bénéficiant de leur expertise et de leurs ressources.

En fin, notre travail contribue à améliorer les processus de construction et d'ingénierie en fournissant des dispositifs efficaces et sûrs pour travailler avec des géotextiles et des revêtements imperméables liquides. Nous espérons que cette réalisation servira de base pour la recherche et le développement futurs et contribuera au développement futur de l'industrie de la construction.

Annexe A

I.1. L'environnement économique du stage

1. Secteur

Présentation

Le CNERIB est un Établissement Public à caractère Scientifique et Technologique (EPST) sous tutelle du Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville (Algérie) (décret exécutif n°03-443 du 29 novembre 2003, modifiant et complétant le décret n°82-319 du 23 octobre 1982). Il est chargé des missions d'études et de recherche dans le domaine du bâtiment au sens large. Missions et domaine d'intervention outre les missions définies dans le décret n°11-396 du 24 novembre 2011 fixant le statut-type de l'EPST, le CNERIB est chargé d'entreprendre dans le cadre du plan national de développement économique et social, toutes activités intégrées d'études, de recherche appliquée et de réalisation, destinées à faciliter la préparation des instruments de la politique nationale en matière d'habitat et de construction et d'élaborer et réaliser les programmes nationaux de recherche scientifique et de développement technologique relevant de son domaine, notamment en matière de mise au point et de développement de matériaux, produits, matériels et procédés dans le domaine de l'habitat et de l'urbanisme.¹

Passage au statut d'EPST

L'activité de recherche est menée dans le cadre de la loi **N° 98-11 du 22 août 1998** et la loi **N° 08-05 du 23 février 2008** portant lois d'orientation et de programmation à projection quinquennale sur la recherche scientifique et en conformité avec la politique générale du secteur de la construction.

Les actions de recherche engagées par le CNERIB s'articulent autour des pôles thématiques suivants:

- Des recherches appliquées à caractère pré normatif et réglementaire.
- Des recherches orientées vers le développement et la valorisation de matériaux, produits et composants de la construction.

-
- Des recherches sur le développement de techniques de construction offrant des systèmes adéquats constitués de matériaux et produits localement disponibles.
 - Des recherches visant une meilleure prise en charge des problèmes d'environnement intérieur des bâtiments (acoustique, thermique, ventilation et qualité de l'air...).
 - Des recherches orientées vers l'économie de l'énergie et la maîtrise énergétique.
 - Des recherches sur la protection de l'environnement et le développement durable.
 - Des recherches dans le domaine de la géotechnique visant la compréhension phénoménologique d'aléas géotechniques et leur prise en charge.

Cette nouvelle orientation est complétée par **le décret exécutif n°11-396 du 24 Novembre 2011** qui fixe les modalités de création, d'organisation et de fonctionnement de l'**Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique (E.P.S.T.)**. 2

2. L'entreprise par rapport au secteur

Historique de l'entreprise

Créée en 1982 par la transformation de l'INERBA, elle a pour mission d'entreprendre tous travaux scientifiques et techniques se rapportant à la mise au point, au développement et à la maîtrise des techniques pour accroître les performances de l'appareil de production du secteur de la construction.

L'historique de l'activité du CNERIB est caractérisée par (03) étapes successives et distinctes associée chacune à une réorientation de ses attributions en fonction des besoins et objectifs du secteur.

a. La première étape 1978 – 1987

Le CNERIB est issu de la restructuration de l'INERBA (décret n°82-319 du 23 Octobre 1982 transformant l'INERBA en CNERIB). Créé en 1978, l'INERBA, avait une mission consistant à servir de support aux vastes programmes de construction envisagés à l'époque. Les études engagées durant la période 1978-1982 portaient alors sur : l'urbanisme et l'aménagement,

l'habitat et les équipements collectifs, les technologies et les matériaux, l'économie de l'habitat et les plans de formation et de perfectionnement des travailleurs du secteur.

Durant la période 1982-1985, le CNERIB a maintenu certains axes d'investigations et a allégé le contenu de ses missions (disparition des activités en relation avec l'économie de l'habitat, la formation et la promotion socioprofessionnelle).

Les principales activités étaient axées sur :

- Des études générales (urbanisme et aménagement),
- Les matériaux, matériels et technologies,
- L'habitat et les équipements collectifs.

Le Centre s'est doté de ses premiers moyens et équipements d'expérimentations en laboratoire et de mesures in situ.

La période 1985 - 1987, a vu un rétrécissement important des missions confiées au Centre : disparition de la partie « études générales d'urbanisme et d'aménagement » et maintien de la partie technologies/matériaux.

Cette période se caractérise au niveau de l'activité par le développement d'un seul axe de recherche se rapportant à la valorisation et au développement des matériaux locaux. Ces travaux ont porté sur : le béton de terre stabilisé, le plâtre et les composants de plâtre, les systèmes de construction métallique et l'industrialisation des corps d'état secondaires.

b. La deuxième étape 1987 – 2003

Régi par les dispositions du décret n° 83-521 du 10 septembre 1983 fixant le statut et les attributions des centres de recherche créés auprès des administrations centrales, le CNERIB a orienté son activité vers la recherche appliquée. Parmi les travaux essentiels du Centre durant cette période, nous pouvons citer les études expérimentales, les recherches et autres actions susceptibles de contribuer au développement global du secteur. Les nouvelles thématiques développées ont été étroitement associées aux textes législatifs parus au courant de cette période notamment la loi N° 99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, la loi n°03-10 du 19 juillet 2003 portant sur la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable et enfin le décret exécutif N° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission du bruit. Cette période est également caractérisée par la mise en place de la procédure de délivrance des avis techniques pour les matériaux et procédés constructifs nouveaux.

- Les projets engagés s'articulent autour des grands axes suivants :
 - Le développement de nouvelles filières de matériaux,
 - Le développement d'aspects réglementaires de la construction,
 - L'enrichissement de la réglementation technique de la construction,
 - Le développement de nouveaux thèmes liés à la construction en relation avec la physique du bâtiment (thermique, acoustique, environnement, ...),
 - La certification des produits et matériaux de construction.

c. La troisième étape 2003 - 2011

Cette étape est marquée par le changement de statut et un élargissement des missions du CNERIB. En effet, le décret n° 03-443 du 29 Novembre 2003 confère au Centre le statut d'Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique au sens du décret 99-256 du 16 novembre 1999, modifié et complété.

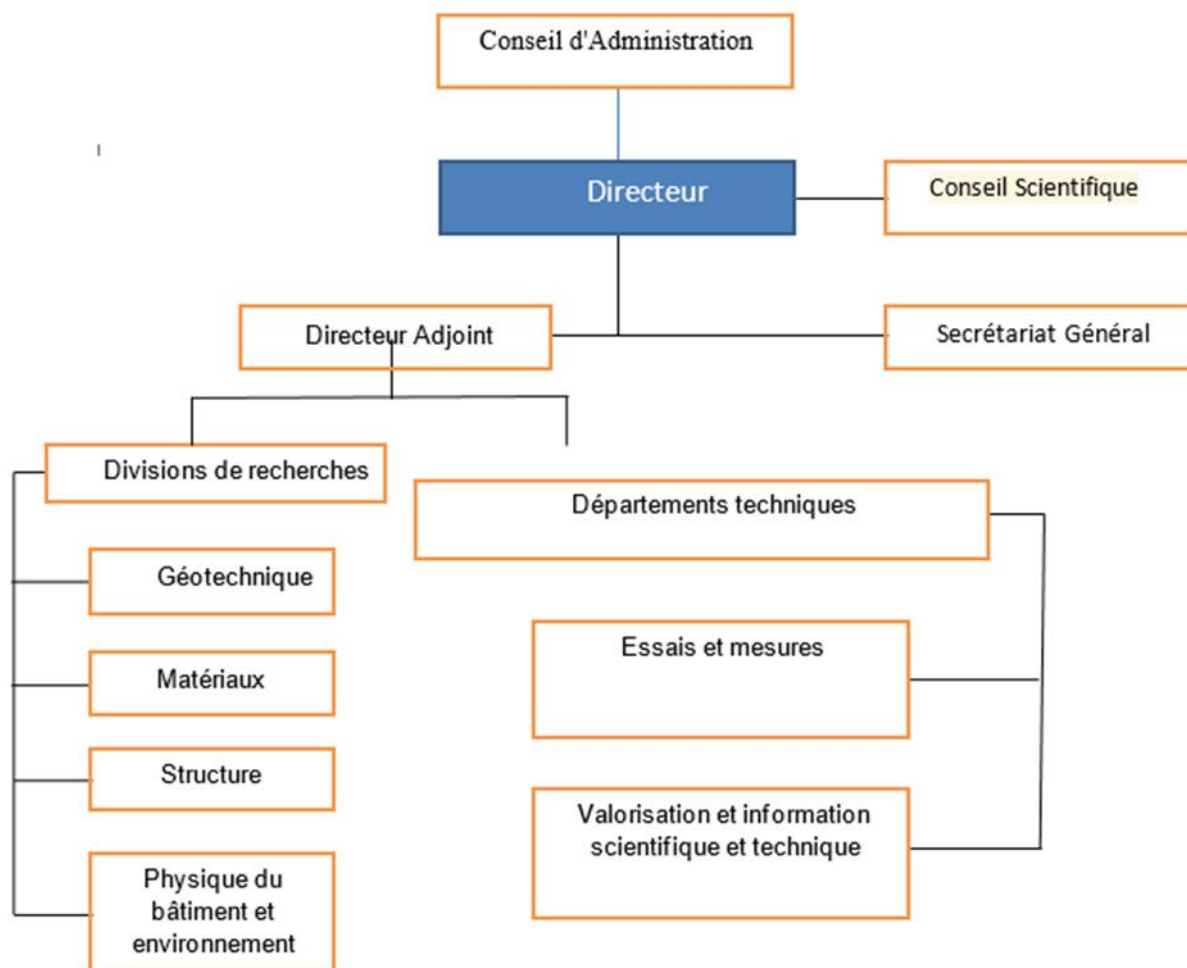
Outre les missions originelles fixées dans le décret N° 82-319 du 23 Octobre 1982, le Centre est chargé d'élaborer et de réaliser les programmes nationaux de recherche scientifique et du développement technologique relevant de son domaine de compétence, notamment en matière de mise au point et de développement des matériaux, produits, matériels et procédés dans le domaine de l'habitat et de l'urbanisme.

Cette activité de recherche et de développement est complétée par d'autres activités scientifiques et techniques, parmi lesquelles l'activité de réglementation technique, de contrôle de qualité, d'assistance technique et d'expertise, de pré-normalisation, d'information scientifique et technique et de formation.

I.2. Le cadre du stage

1. Description de la structure sociale

Le centre national de l'étude et de la recherche intégrée du bâtiment regroupe environ 70 employés répartis dans plusieurs services :



Références bibliographiques.

- [1] *NF EN ISO 10318 (mai 2006 – indice de classement : G38-109) : Géosynthétiques – Termes et définitions.*
- [2] *Cahier des clauses techniques générales. Fascicule 67 – Titre III. « Étanchéité des ouvrage souterrains ». Document annexé à l'arrêté du 30 mai 2012. Bulletin Officiel.*
- [3] *Comité français des géosynthétiques, Recommandations générales pour l'utilisation des géosynthétiques dans les centres de stockage de déchets, Fascicule 11, 1995.*
- [4] *Serre, A. (1995). Ouvrages renforcés par des géotextiles chargés en tête : Comportement et Dimensionnement. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*
- [5] *BENHAMOUDA SOUHILA, OUMEDDOUR Hala. Calcul Numérique des Murs en Sol Renforcé par Géosynthétiques. 2020.*
- [6] *NF EN ISO 13433:2006(F) : Géosynthétiques — Essai de perforation dynamique (essai par chute d'un cône).*
- [7] *NF EN ISO 12236:2006(F) : Géosynthétiques — Essai de poinçonnement statique (essai CBR).*
- [8] *Guide de mise en œuvre des systèmes d'étanchéité liquide, centre national d'études et de recherches intégrées du bâtiment 2018, USBN, 978-9931-694-32-8*
- [9] *Guide d'Agrément Technique Européen concernant les kits d'étanchéité de toiture-terrasse par application liquide-révision mars 2004 (e-Cahiers du CSTB 3587- décembre 2006), " ETAG005 "*
- [10] *European Assessment Document - EAD 030350-00-0402.*

[11] Site internet : <https://www.matieredetail.fr/acier-a60-e335/89-diametre-30-acier-a60-c45-rond-en-barre-tige.html>

[12] M. HADJOU, Bureau Des Méthodes, Bejaia, 2022.

[13] site internet : <http://www.metaux-detail.com/pdf/acier/x38.pdf>

Résumé

Nos recherches mettent en évidence l'importance des géotextiles et des systèmes d'étanchéité liquides dans le génie civil et la construction comme facteurs essentiels de protection, de durabilité et de fonction des ouvrages. Dans cette étude, suite à une description générale des géotextiles et d'étanchéité liquide, nous examinerons en détail le mécanisme de ces trois dispositifs selon la norme ISO, où plusieurs problématiques ont été soulevées pour améliorer ces derniers. L'objectif principal de ce mémoire est de répondre à cette problématique en proposant une conception améliorée pour les trois dispositifs nécessaires aux essais de perforation, indentation et poinçonnement. Ensuite, la phase de fabrication a été abordée, avec l'établissement de la gamme de fabrication et la gamme d'usinage pour chaque pièce.

Mots clés : **GSY** (Les géosynthétiques), **SEL** (Système d'étanchéités liquide), **CBR** (California bearing Ratio).

Abstract

Our research highlights the importance of geotextiles and liquid waterproofing systems in civil engineering and construction as essential factors for the protection, durability and function of structures. In this study, following a general description of geotextiles and liquid waterproofing, we will examine in detail the mechanism of these three machines according to the ISO standard, where several issues have been raised to improve them. The main objective of this thesis is to answer this problem by proposing an improved design for the three machines necessary for the perforation, indentation and punching tests. Then, the manufacturing phase was approached, with the establishment of the manufacturing range and the machining range for each part.

Keywords: **GSY** (Geosynthetics), **SEL** (Liquid sealing system), **CBR** (California bearing Ratio).
