

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**En** : Génie Mécanique

**Spécialité** : Construction Mécanique

**Par** : OUSED RAT Nour El Houda

**Sujet**

# **Contribution à l'automatisation d'une machine à reproduire les clés**

Soutenu publiquement, le 23 juin 2019 , devant le jury composé de :

Mr BELALIA S	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
Mr ZINAI A	MCB	Univ. Tlemcen	Directeur de mémoire
Mr SIFI M	Docteur	Univ. Tlemcen	Co-Directeur de mémoire
Mr HAMZA CHERIF SM	MCA	Univ. Tlemcen	Examineur 1
Mr BELKAID M	MAA	Univ. Tlemcen	Examineur 2

Année Universitaire : 2018/2019

# Remerciements

*Nous tenons à remercier d'abord, Dieu tout puissant de nous avoir donné la volonté et la santé pour achever ce modeste travail.*

*Nous remercions également le membre de jury pour son soutien et pour avoir pris le soin de lire ce modeste travail de recherche et de l'évaluer.*

*Nous tenons à remercier Mr ZMAN A et Mr SIFI M pour ses efforts et sa précieuse aide.*

*A tous les enseignants de l'université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen-pour leur influence directe ou indirecte dans le fonctionnement de nos esprits scientifiques. Dont la collaboration et la compagnie auront été d'un apport considérable dans ce travail.*

*Un grand merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à :*

- ❖ Mes chers parents.*
- ❖ Mon frère : Abdelillah.*
- ❖ Ma sœur : Bouchra.*
- ❖ Mes copines : Djamila, Leaticia.*
- ❖ Toute la promotion de la deuxième année master « construction mécanique » de l'année universitaire 2018\_2019.*

***OUSDRAT Nour El Houda***

# Sommaire

---

## Sommaire :

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## CHAPITRE I :

I.1. Description de clé .....	2
I.2. L’histoire de clés .....	2
I.3. Types de clés .....	2
I.4. La reproduction de clés .....	5
I.4.1. Les machines à reproduire les clés mécaniques .....	6
I.4.1.1.Machines mécanique à reproduire les clés plates et en croix.....	6
I.4.1.1.1. Machines manuels.....	6
I.4.1.1.2.Machine semi-automatique.....	8
I.4.1. 1.3. Machine automatique.....	10
I.4.1.2.Machines mécaniques à reproduire les clés lasers, poinçonnées, et tubulaires.....	12
I.4.1.3. Machines mécaniques à reproduire les clés à panneton et à pompe.....	15
I.4.1.4. Machines mécaniques à reproduire les clés spéciales.....	16
I.4.2. Machines électroniques à reproduire les clés.....	20
I.4.2.1. Pour les clés plates et en croix.....	20
I.4.2.2. Pour les clés plates et lasers.....	22
I.4.2.3. Pour les clés lasers et poinçonnées.....	25
I.4.2.4. Pour les clés panneton et à pompes.....	27
I.4.2.5. Pour les clés plates, lasers, et poinçonnées.....	29
I.4.2.6. Pour les clés plates et poinçonnées.....	31

# Sommaire

---

I.5. Accessoires et pièces de rechange.....	33
I.5.1. Accessoires optionnels.....	33
I.5.2. Les pièces de rechange.....	33
I.5.3. Consommables originaux.....	34

## **CHAPITRE II :**

II.1. Caractéristiques de la machine .....	37
II.1.1. Eléments principaux de la machine.....	37
II.1.2. Nomenclature de la clé.....	38
II.1.3. Données techniques.....	38
II.1.4. Transport et emballage.....	39
II.1.5. Composants et parties fonctionnelles.....	39
II.1.5.1. Accessoires.....	39
II.1.5.2. Circuit électrique.....	40
II.1.5.3. Etaux à 2 faces.....	41
II.2. Fonctionnement .....	41
II.2.1. Réglage de la machine.....	41
II.2.1.1. Contrôle et réglage latéral.....	41
II.2.1.2. Contrôle et réglage de la profondeur de la taille.....	42
II.2.2. Reproduction de clés.....	43
II.2.2.1. Reproduction de la clé à canne étroite, avec cales 1.2mm ou 1.7mm.....	44
II.2.2.2. Reproduction de clés sans arrêt.....	45
II.2.2.3. Reproduction de clés cruciformes. Face 1 de l'étau.....	45
II.3. Maintenance .....	45
II.3.1. Remplacement de la fraise.....	46
II.3.2. Recommandations de sécurité.....	46

# Sommaire

---

## CHAPITRE III :

III.1. Etude fonctionnelle .....	48
III.1.1. Analyse de besoin de la machine.....	48
III.1.1.1. Saisir le besoin.....	48
III.1.1.2. Enoncer le besoin.....	48
III.1.2. Analyse fonctionnelle de la machine.....	49
III.1.3. Analyse fonctionnelle technique de la machine.....	50
III.1.3.1. Analyse fonctionnelle descendante SADT niveau A-0.....	51
III.1.3.2. Diagramme FAST.....	51
III.2. Proposition des solutions.....	53
III.2.1. Pour le déplacement horizontal.....	53
III.2.1.1. Système vis sans fin.....	53
III.2.1.2. Système à vérin.....	54
III.2.1.3. Système vis plus écrou.....	54
III.2.2. Pour le soulèvement de la table.....	56
III.2.2.1. Système à vérin électrique.....	56
III.3. Choix de la machine et ses éléments.....	57
III.4. Cahier de charge.....	58
III.5. Principe de fonctionnement .....	58
III.6. Etude cinématique .....	61
III.6.1. Etude cinématique de la table.....	61
III.6.2. Objectif de l'étude fonctionnel de la table.....	63
III. 7. Dimensionnement .....	63
III.7.1. Détermination des longueurs et angles.....	63
III.7.1.1. Détermination des longueurs et angles à la position maximale.....	65
III. 7.1.2. Détermination des longueurs et angles à la position basse.....	66
III. 7.1.3. Détermination de la course du vérin.....	67
III.8. Dimensionnement mécanique.....	67
III.8.1. Dimensionnement de la plateforme de la table.....	67
III.8.2. Dimensionnement des bras du ciseau.....	70
III.8.3. Calcul du diamètre des tiges de fixation du vérin.....	74
III.9. Etude cinématique de la vis .....	75

# Sommaire

---

## **CHAPITRE IV :**

IV.1. Fonctionnement de la machine automatisée.....	80
IV.2. Schéma de fonctionnement .....	81
IV.3. Grafcet .....	82
IV.3.1. Le grafcet de système en translation.....	82
IV.3.2. Le grafcet pour la deuxième table.....	84
IV.4. Circuit électrique .....	86
IV.4.1. Circuit électrique de moteur de la machine.....	87
IV.4.2. Circuit électrique de système automatisé.....	87
IV.5. Comparaison.....	88
IV.6. conclusion.....	89
Conclusion général .....	90
LISTE DES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	91

# Liste des figures

---

## CHAPITRE I :

Figure I.1. Clé individuelle .....	3
Figure I.2. Clé spéciale .....	3
Figure I.3. Clé PTT.....	4
Figure I.4. Clé PP.....	4
Figure I.5. Clé pistolet .....	5
Figure I.6. Machine mécanique manuel à reproduire les clés plates et en croix.....	6
Figure I.7. Les clés plates et en croix .....	6
Figure I.8. Machine mécanique semi-automatique à reproduire les clés plates et en croix.....	8
Figure I.9. Clés plats et en croix .....	8
Figure I.10. Machine mécanique automatique à reproduire les clés plates et en croix.....	10
Figure I.11. Clés plates et en croix.....	10
Figure I.12. Machines mécaniques à reproduire les clés laser, poinçonnées, et tubulaire.....	12
Figure I.13. Clé laser, poinçonnées, et tubulaire.....	12
Figure I.14. Machines mécaniques à reproduire les clés laser, poinçonnées, et tubulaire.....	13
Figure I.15. Clé laser, poinçonnées, et tubulaire.....	14
Figure I.16. Machines mécaniques à reproduire les clés à panneton et à pompe .....	15
Figure I.17. Clés à panneton et à pompe .....	15
Figure I.18. Machines mécaniques à reproduire les clés spéciales.....	16
Figure I.19. Clés spéciales.....	17
Figure I.20. Machines mécaniques à reproduire les clés spéciales.....	18
Figure I.21. Clés spéciales.....	18
Figure I.22. Machines électronique à reproduire les clés plates et en croix.....	20
Figure I.23. Les clés plates et en croix .....	21
Figure I.24. Machine électronique à reproduire les clés plates et laser.....	22
Figure I.25. Clés plates et laser.....	23
Figure I.26. Machines électronique à reproduire les clés laser et poinçonnées.....	25

## Liste des figures

---

Figure I.27. Clés laser et poinçonnées.....	26
Figure I.28. Machines électroniques à reproduire les clés à panneton et à pompe .....	27
Figure I.29. Clés à panneton et à pompe.....	28
Figure I.30. Machines électronique à reproduire les clés plates, laser, et poinçonnées.....	29
Figure I.31. Clés plates, laser, et poinçonnées.....	30
Figure I.32. Machines électronique à reproduire les plates, et poinçonnées.....	31
Figure I.33. Clés plates et poinçonnées.....	32
Figure I.34. Accessoires et pièces de rechange.....	33
Figure I.35. Accessoire optimal.....	33
Figure I.36. Pièces de rechanges originales.....	34
<b>Chapitre II :</b>	
Figure II.1. La machine mécanique à reproduire les clés plates et en croix.....	36
Figure II.2. Eléments principaux de la machines.....	37
Figure II.3. Nomenclature de la clé plate.....	38
Figure II.4. Accessoires de la machine .....	39
Figure II.5. Circuit électrique.....	40
Figure II.6. Etau à deux faces.....	41
Figure II.7. Contrôle de réglage latéral.....	42
Figure II.8. Control et réglage de profondeur de la taille.....	43
Figure II.9. Reproduction de clés.....	43
Figure II.10. Reproduction de la clé à conne étroite, avec cales 1.2mm ou 1.7mm.....	44
Figure II.11. Reproduction de la clé sans arrêt.....	45
Figure II.12. Reproduction de clé cruciforme.....	45
Figure II.13. Remplacement de la fraise.....	46
Figure II.14. La vue écarté de la machine.....	47
<b>Chapitre III</b>	
Figure III.1. Bête à cornes .....	49

## Liste des figures

---

Figure III.2. Diagramme Pieuvre .....	50
Figure III.3. Boite SADT Niveau A-0.....	51
Figure III.4. Diagramme FAST.....	52
Figure III.5. Vis sans fin.....	53
Figure III.6. Vérin.....	54
Figure III.7. Vis écrou.....	55
Figure III.8. Vis écrou et tige de guidage.....	56
Figure III.9. Vérin électrique.....	56
Figure III.10. Composant de vérin électrique.....	57
Figure III.11. Schéma de système.....	60
Figure III.12. Table plus vérin.....	61
Figure III.13. Schéma cinématique de la table.....	61
Figure III.14. Graphe de liaison.....	62
Figure III.15. Les positions de la table.....	64
Figure III.16. Position haut .....	65
Figure III.17. Position basse .....	66
Figure III.18. Plateforme.....	68
Figure III.19. Schéma d'effort sur les traverses .....	69
Figure III.20. Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant.....	69
Figure III.21. Schéma simple de positionnement des cordons de soudure sur une traverse...	70
Figure III.22. Le bras de ciseau .....	72
Figure III.23. Effort sur le ciseau.....	72
Figure III.24. Schéma d'effort sur le ciseau.....	73
Figure III.25. Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant.....	73
Figure III.26. Tige de fixation du vérin.....	74
Figure III.27. Schéma d'effort sur la tige.....	74
Figure III.28. Système vis écrou.....	75

## Liste des figures

---

Figure III.29. Schéma cinématique vis écrou.....	75
Figure III.30. Graphe de liaison.....	76
Figure III.31. Flux du système vis écrou.....	76
Figure III.32. Vis écrou grandeur de flux.....	78
Figure III.33. Vis écrou grandeur d'effort.....	79
<b>Chapitre IV</b>	
Figure IV.1. Schéma de fonctionnement.....	81
Figure IV.2. Schéma de fonctionnement vis écrou.....	82
Figure IV.3 : le grafcet de système en translation point de vue système.....	83
Figure IV.4 : le grafcet de système en translation point de vue partie opérative.....	83
Figure IV.5: le grafcet de système en translation point de vue partie commande.....	84
Figure IV.6 : Schéma de fonctionnement table élévatrice.....	84
Figure IV.7 : le grafcet pour la deuxième table point de vue système.....	85
Figure IV.8 : le grafcet pour la deuxième table point de vue partie opérative.....	85
Figure IV.9: le grafcet pour la deuxième table point de vue partie commande.....	86
Figure IV.10. Circuit électrique de moteur de la machine.....	87
Figure IV.11. Circuit électrique de moteur double sens.....	87
Figure IV.12. Circuit électrique de moteur se vérin.....	88

## Liste de tableaux

---

Tableau III.1 : Fonctions de services.....	50
Tableau III.2: Table de liaisons.....	62
Tableau III.3: Calcul Euro-code de $\beta_u$ et $\gamma_{Mw}$ .....	71
Tableau III.4: Table de filetage métrique ISO.....	77

***Introduction***  
***générale***

# Introduction générale

---

Les machines pour reproduction des clés sont des équipements de serrurerie permettent de réaliser le taillage des clés de toutes marques et de toutes dimensions : clé plate, clé à cylindre, clé en croix, clé cruciforme, clé à gorge.... Des machines existent aussi pour les clés plus sophistiquées, électroniques ou à clé à puce.

Le marché des machines à reproduire les clés dédiées à la reproduction des clés est très innovant et dynamique. La technologie en serruriers est devenue high-tech facilitant le travail des artisans serruriers.

Jusqu'à présent, l'homme ne cesse de développer des nouveaux appareils pour effectuer la reproduction, venant de l'exemple de la reproduction des clés manuel depuis le temps anciens jusqu'à arriver aux systèmes automatisés de nos jours.

D'abord on veut présenter le projet de manière générale. On fera une étude sur l'automatisation d'usinage d'une machine à reproduire les clés plates et en croix semi-automatique.

Après la présentation de la problématique, ce mémoire sera réparti en deux parties, chaque partie est répartie en quatre chapitres. En ce qui concerne la première, on présentera dans ce premier chapitre des généralités sur les clés qui nous orienteront vers le but du projet et le choix d'automatisation de la machine à reproduire les clés plates et en croix comme sujet d'étude. En suite un deuxième chapitre dans lequel on va faire une étude générale sur la machine semi-automatique existante. Ce chapitre nous présentera des informations importantes pour le choix des éléments de la machine qui sera automatisé.

Pour la deuxième partie de notre travail qui contient elle deux chapitres, un troisième dans le quel on va faire une étude fonctionnelle pour proposer des solutions à la problématique, ensuite définir le cahier de charge, en fin on va effectuer le dimensionnement, et l'étude cinématique de la machine automatisé et éléments qui constituent. La machine automatisée sera présentée dans le dernier chapitre.

Finalement, une conclusion à la fin du mémoire présentera les recommandations et les aspects du projet. Les informations utiles et les méthodes techniques pour l'automatisation de la machine sont présentées pour assurer le fonctionnement de notre nouvelle machine à reproduire les clés automatisé.

*Chapitre I :*  
*Généralité sur*  
*les machines à*  
*reproduire les*  
*clés*

En serrurerie, une **clé** (ou **clef** dans sa graphie traditionnelle, moins fréquente, mais permise) est un petit instrument qui permet d'actionner une serrure.

Ordinairement faites de fer ou d'acier, les clés sont de nos jours essentiellement composées d'alliages à base de cuivre, de zinc et de nickel. Des alliages également connus sous l'appellation de maillechort. [24]

### I.1) Description de clés :

La forme et le motif des clés dépendent naturellement de la serrure.

Les clés utilisées dans les serrures à garnitures et les serrures à gorges comportent les parties suivantes :

- **Anneau** destiné à la prise en main
- **Embase** qui sépare l'anneau de la tige, souvent en forme d'olive.
- **Tige**, qui peut être pleine (clé bénarde) ou forée, pour s'enfiler sur l'axe de la serrure.
- **Panneton** : la partie destinée à actionner le pêne de la serrure. Son motif, taillé de façon à correspondre aux garnitures de la serrure, est découpé en creux parallèles à la tige (les rouets), perpendiculaires à la tige (râteaux ou pertuis). L'extrémité du panneton la plus éloignée de la tige s'appelle le museau. Le panneton peut être simple ou double (un de chaque côté de la tige)

La partie de la clé entrant dans la serrure est appelée accueilage.

### I.2) Histoire de clés :

Parallèlement à l'histoire des serrures, des clés datant du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. furent découvertes en Iran, Nouvelle-Guinée, Maroc, Inde, Afrique et en Chine. Les clés de l'Église du Saint-Sépulcre à Jérusalem sont, depuis le règne de Saladin au XII<sup>e</sup> siècle, confié à deux familles musulmanes.

### I.3) Types de clés :

Les serrures à goupilles cylindriques sont généralement actionnées par des clés plates crantées. Le tranchant de la tige plate est découpé sur un côté, de façon à déplacer les goupilles de la serrure à la hauteur adéquate. On les appelle également clés paracentriques. C'est de nos jours le type de clés le plus répandu. Les clés plates crantées sont aisément duplicables.

Il existe également des clés tubulaires (pour les serrures tubulaires à goupilles) et des clés à pompe. Pour les serrures de sécurité, les crans des clés peuvent être remplacés par des billes.

Les clés radiales, parfois appelées clés à trous ne sont pas crantées mais comportent sur leurs deux faces des creux de différentes profondeurs dans lesquelles viennent se placer les goupilles de la serrure. Toutes ces clés, plus rares, nécessitent pour leur duplication des équipements différents de ceux utilisés pour la reproduction des clés plates crantées. Elles offrent donc davantage de sécurité. Cependant, le perfectionnement des machines ne peut garantir leur non reproduction.

Afin de limiter la duplication des clés de sécurité, ces dernières sont généralement vendues avec une carte de propriété, exigible lors d'une demande de copie. Les serruriers ne sont pas habilités à effectuer eux-mêmes la reproduction et doivent faire appel au fabricant.

Il existe des clés magnétiques, incrustées d'aimants destinés à actionner les goupilles des serrures magnétiques.

- **Clé individuelle**



Figure I.1 : clé individuelle [25].

En serrurerie, la clé individuelle est une clé propre et unique au fonctionnement du barillet (cylindre).

- **Clés spéciales**

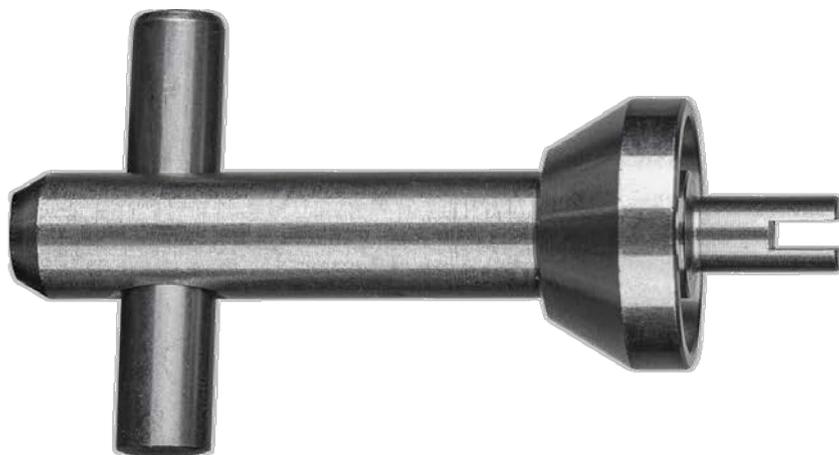


Figure I.2 : clé spéciale [26].

- **Passepartout (PTT)**



Figure I.3 : clé PTT [27].

Un passepartout est une clé destinée à ouvrir plusieurs serrures du même type.

- **Passé partiel (PP)**



Figure I.4 : clé PP [28].

Un passe partiel ouvre une ou plusieurs portes en fonction de l'organigramme défini au préalable. Une même installation peut alors avoir un passe général et plusieurs passes partiels.

- **Clé pistolet**



Figure I.5 : clé pistolet [29].

Une clé pistolet est une clé dont l'utilité était de protéger les gardiens de prisons.

#### **I.4) La reproduction de clé :**

La reproduction de clé est une technique réservée aux serruriers et aux professionnels de la quincaillerie. Cette technique consiste, comme son nom l'indique, à créer un double d'une clé, pour l'ouverture d'une porte par clé est le système de verrouillage et de sécurité le plus utilisé. Le double de clé permet à plusieurs utilisateurs d'ouvrir la même porte et permet, en cas de perte de la clé principale, d'ouvrir la porte sans avoir à changer de cylindre.

Toutes les clés ne disposent pas du même niveau de sécurité. En effet, on distingue les clés non protégées des clés dites protégées dont la reproduction est réglementée. La sécurité et la hiérarchisation d'un système de clé est défini dans ce que l'on appelle un organigramme de serrures.

La reproduction de clé se fait par le biais d'une machines guidée par un serrurier ou un professionnel de la quincaillerie. Pour ce faire, la clé à reproduire est nécessaire.

Les machines à reproduire les clés sont deux types :

- Machines à reproduire les clés mécaniques.
- Machines à reproduire les clés électroniques.

Il y'a aussi des machines spéciaux pour les clés sophistiquées. Ces machines sont fabriquées sur commande.

### **I.4.1) Les machines à reproduire les clés mécaniques :**

Les machines à reproduire les clés mécaniques sont des machines professionnelles pour les clés plates, les clés en croix, les clés à cylindre, les clés laser, les clés poinçonnées et tubulaires, clés à panneton et à pompe.

Ces machines sont : des machines manuelles, des machines semi-automatique, et machines automatiques.

#### **I.4 .1.1) Machines mécanique à reproduire les clés plates et en croix :**

##### **I .4.1.1.1) Machines manuels :**

Etude de la machine **KEYLINE EASY**



Figure I.6 : machine mécanique manuel à reproduire les clés plates et en croix [16].

Des machines mécaniques à reproduire les clés cylindres, les clés de voiture, et les clés en croix ; avec des étaux réversible à deux et quatre faces assurant une prise optimale.

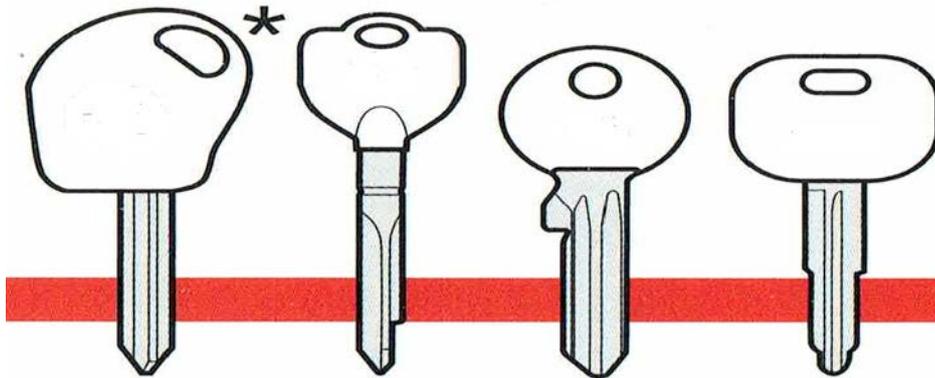


Figure I.7 : les clés plates et en croix usinées par la machine **KEYLINE EASY**.

### 1) Caractéristiques :

- Eaux réversibles.
- Interrupteur indépendant de la brosse.
- Micro-interrupteur de sécurité sur le chariot.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Alimentation :  
230V 50Hz  
110V 60Hz.
- Mouvements : 2 axes.
- Eaux :  
2 cotés  
4 cotés.
- Palpeur : trempé.
- Moteur : asynchrone avec une vitesse unique.
- Fraise : HSS 80x5x16 mm.
- Vitesse de la fraise : 700rpm
- Dimensions :  
Largeur : 370 mm.  
Profondeur : 370 mm.  
Hauteur : 240 mm
- Poids : 19 Kg

### I.4 .1.1.2) Machine semi-automatique :

Etude de la machine **KEYLINE CARAT**



Figure I.8 : machine mécanique semi-automatique à reproduire les clés plates et en croix [16].

Des machines professionnelles à reproduire les clés plates, les clés de voiture, et les clés en croix. Les principaux avantages pour l'utilisateur sont la sécurité, la praticité, la facilité, la flexibilité, et la vitesse de reproduction.

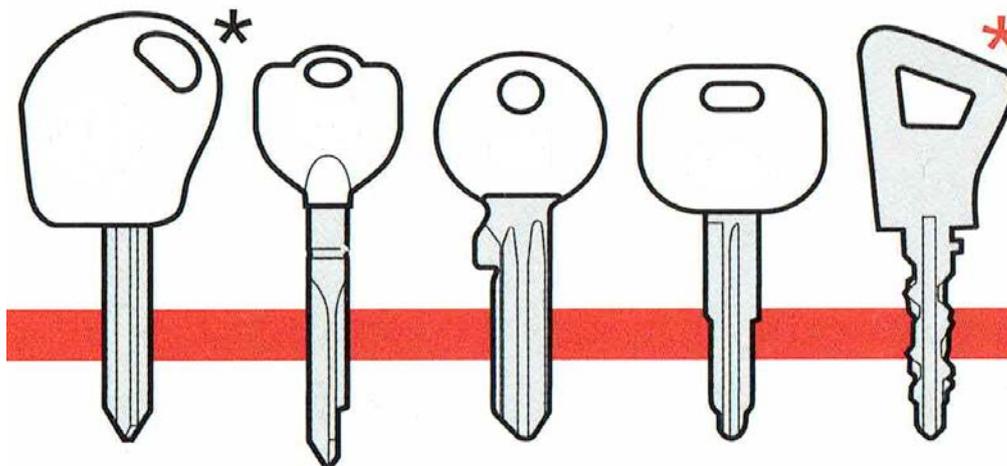


Figure I.9 : les clés plates et en croix usiner par la machine **KEYLINE CARAT**.

### 1) Caractéristiques :

- Bouton de décrochage du chariot.
- Sélection facilitée du cotés de l'étai.
- Fermeture des étaux au moyen d'une poignée ergonomique.
- Lampe contrôlée par un interrupteur indépendant.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Alimentation :
  - 230V 50Hz
  - 110V 60Hz
  - 100V 50-60Hz.
- Mouvements : 2 axes.
- Etau :
  - 2 faces
  - 4 faces.
- Palpeur : trempé avec manchon de réglage.
- Moteur : asynchrone avec une vitesse unique et une puissance de 0.25KW.
- Fraise :
  - HSS de diamètre 80 mm
  - Widia de diamètre 80 mm.
- Vitesse de la fraise :
  - HSS 640 rpm
  - Widia 1400 rpm.
- Dimensions :
  - Largeur : 400 mm
  - Profondeur : 460 mm
  - Hauteur : 270 mm
  - Hauteur avec lampe : 440 mm.
- Poids : 25Kg.

### I.4 .1.1.3) Machine automatique :

Etude de la machine **KEYLINE NINJA DARK**



Figure I.10 : machine mécanique automatique à reproduire les clés plates et en croix [16].

Des machines mécanique à haute précision à reproduire les clés plates à un et deux cotés avec fonction de taillage et de copie.

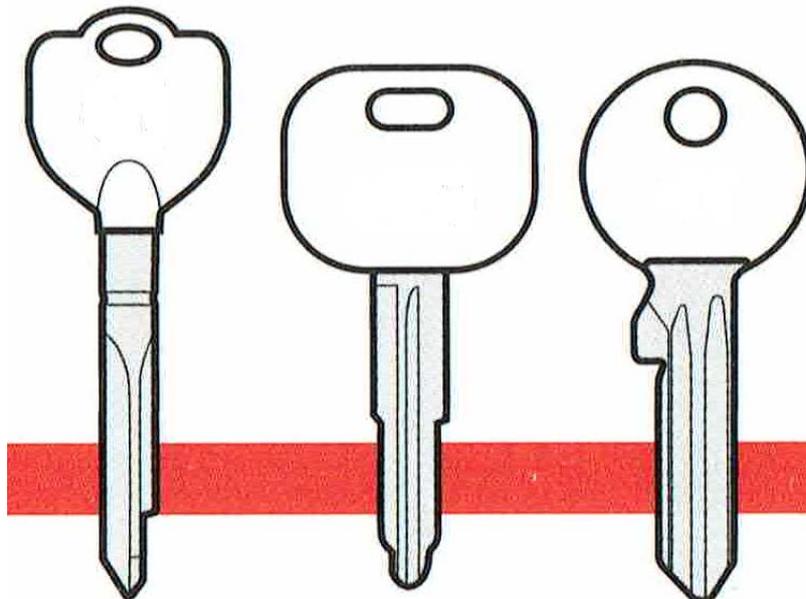


Figure I.11 : les clés plates et en croix usiner par la machine **KEYLINE NINJA DARK**.

### 1) Caractéristique :

- Automatique.
- Design compact.
- Copie rapide en un seul passage.
- Système micrométrique d'étalonnage.
- Console intégrable pour fonctions avancées.

### 2) Caractéristique technique :

- Alimentation :  
90-130V 50-60Hz  
220-240V 50-60Hz.
- Equipement électronique : contrôle des axes haute résolution.
- Connexions externes : 1 port série RS232.
- Mouvement : 2 axes guidés par des moteurs pas à pas.
- Eaux : 4 cotés.
- Moteur : asynchrone avec une puissance 0.18 KW.
- Fraise : en WIDIA de diamètre 63 mm.
- Vitesse de la fraise : 2000 rpm.
- Dimensions :  
Largeur : 340 mm  
Profondeur : 415 mm  
Hauteur : 300 mm.
- Poids : 20Kg.

**I.4 .1.2) Les machines mécanique à reproduire les clés laser, poinçonnées, et tubulaires :**

- a) On prend l'exemple de machine à reproduire les clés laser et poinçonnées **KEYLINE PUNTO**.



Figure I.12 : machine mécanique à reproduire les clés laser, poinçonnées, et tubulaires **PUNTO** [16].

C'est une machine simple à utiliser, précise et fiable, **PUNTO** est la machine mécanique à reproduire les clés idéale pour la copie des clés poinçonnées et laser.

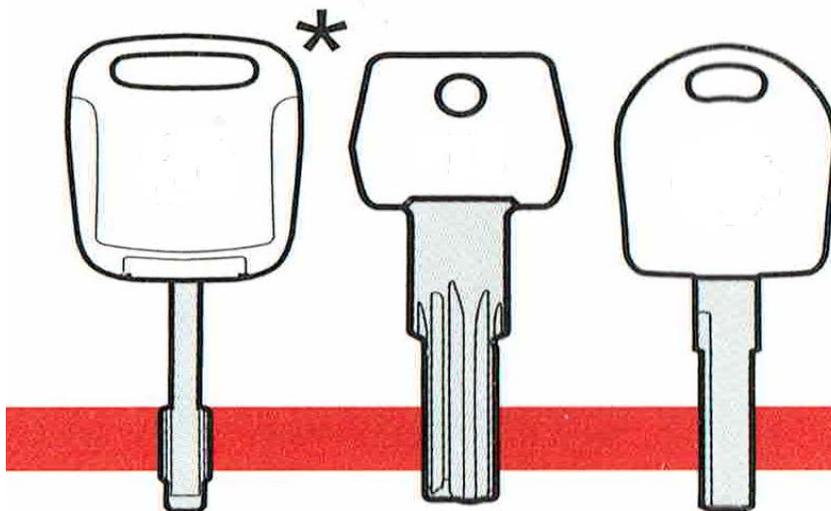


Figure I.13 : clés laser, poinçonnées, et tubulaires usiner par la machine **PUNTO**.

### 1) Caractéristique :

- Support pour fraises et palpeurs.
- Protection étendue et mobile.
- Suspension verticale.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Alimentation :  
230V 50Hz  
110V 60Hz.
- Mouvements : 3 axes.
- Etau : fixe.
- Palpeur : trempé.
- Moteur : asynchrone avec une vitesse.
- Fraise : HSS de diamètre 6 mm.
- Vitesse de la fraise : 9000 rpm.
- Dimensions :  
Largeur : 220 mm.  
Profondeur : 380 mm.  
Hauteur : 380 mm.
- Poids : 21 Kg.

b) On prend aussi l'exemple de la machines **KEYLINE T-REX**.



Figure I.14 : machine mécanique à reproduire les clés laser, poinçonnées, et tubulaires **T-REX** [16].

**T-REX** est la machine mécanique à reproduire les clés laser, poinçonnées, et tubulaires. Elle est parfaite pour les spécialistes qui ont besoin d'une solution mécanique professionnelle, polyvalente et performante.

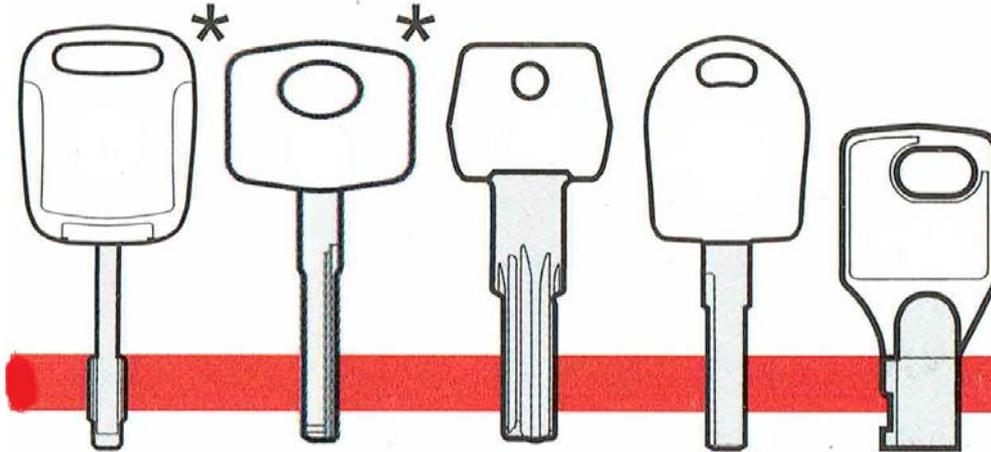


Figure I.15 : clés laser, poinçonnées, et tubulaires usinées par la machine **T-REX**.

### 1) Caractéristiques :

- Etau fixe innovant avec 3 systèmes de tenue pour clés standards, tubulaires, et bien d'autres.
- Panneau à leds intuitif qui facilite les opérations sur la machines.
- Grand tiroir de récupération des coupeaux et éclairage du plan de travail sans effet d'éblouissement pour travailler en toute sécurité.
- Facilité d'utilisation grâce un système ergonomique et une zone de travail à grande visibilité avec porte-fraises incorporé.
- Structure solide et actionnement fluide avec moteur asynchrone puissant et silencieux.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Alimentation :

230V	50Hz
110V	60Hz
100V	50-60Hz.
- Eclairage : leds
- Mouvement : sur 3 axes avec guide à billes.
- Etaux : fixe avec plaquettes interchangeableables.
- Moteur : asynchrone à une vitesse de 0.18 KW.
- Fraise : HSS de diamètre 6 mm.
- Vitesse de la fraise : 6000 tr/min.
- Changement d'outil : manuel.

- Absorption : 200W.
- Dimensions :
  - Largeur : 320 mm
  - Profondeur : 420 mm
  - Hauteur : 490 mm
  - Profondeur avec tiroir de récupération des copeaux : 475 mm.
- Poids : 24 Kg.

### I.4 .1.3) Les machines mécaniques à reproduire les clés à panneton et à pompe :

Etude de la machine **KEYLINE 203**



Figure I.16 : machine mécanique à reproduire les clés à panneton et à pompe [16].

Machine mécanique à reproduire les clés à panneton, à double panneton et à pompe avec structure en fonte.

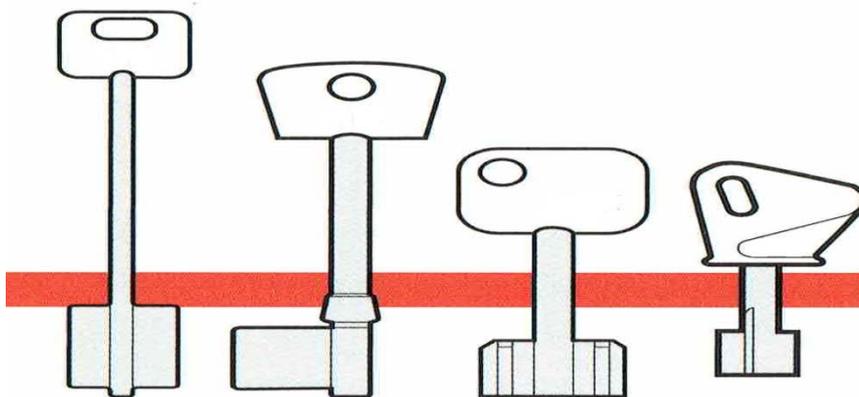


Figure I.17 : clés à panneton et à pompe usiner par la machine **KEYLINE 203**.

### 1) Caractéristiques :

- Mâchoires à centrage.
- Centreurs.
- Solide et silencieuse.

### 2) Caractéristique techniques :

- Alimentation : 230V 50Hz.
- Mouvements : 3 axes.
- Etau : autocentrants en acier trempé avec des contre-points pour les clés féminin.
- Palpeur : trempé.
- Moteur : asynchrone à deux vitesses.
- Fraise : HSS de diamètre 80x1.5 mm.
- Vitesse de la fraise : 350 /700 rpm.
- Dimensions :
  - Largeur : 380 mm
  - Profondeur : 450 mm
  - Hauteur : 270 mm.
- Poids : 32 Kg.

#### I.4 .1.4) Les machines mécaniques à reproduire les clés spéciales :

- a) On prend l'exemple de la machine mécanique à reproduire les clés spécial **KEYLINE ARCADIA** :



Figure I.18 : La machine mécanique à reproduire les clés spéciales **KEYLINE ARCADIA** [16].

**ARCADIA** est la machine mécanique à reproduire les clés **KEYLINE** pour le taillage des clés tubulaires, qui s'adapte parfaitement à la reproduction de différentes marques, grâce une vaste gamme d'adaptateurs.

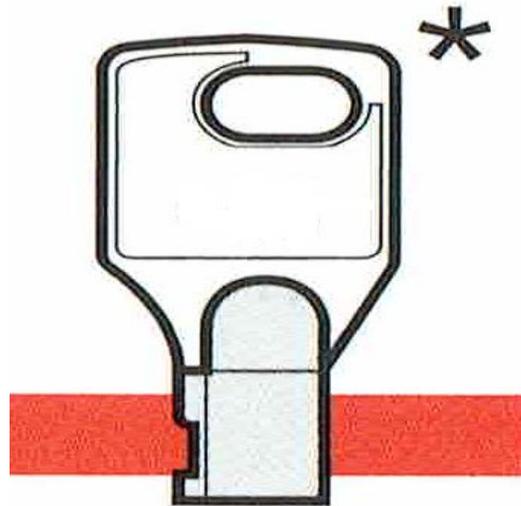


Figure I.19 : les clés spéciales **KEYLINE ARCADIA**.

### 1) Caractéristiques :

- Protection étendue et mobile.
- Compartiment porte-étaux.
- Compatible avec les étaux présents sur le marché.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Alimentation :  
110V 50Hz  
230V 50Hz.
- Mouvements : 2 axes.
- Etaux : d'autres versions sont disponibles pour des marchés spécifiques.
- Palpeur : trempé
- Moteur : asynchrone avec une puissance 0.15 KW.
- Fraise : HSS de diamètre 5.95 mm.
- Vitesse de la fraise : 2800 rpm.
- Dimensions :  
Largeur : 210 mm  
Profondeur : 400 mm  
Hauteur : 210 mm.
- Poids : 12.5 Kg.

- b) On prend l'exemple de la machine mécanique à reproduire les clés spéciale **KEYLINE FLACON** :



Figure I.20 : La machine mécanique à reproduire les clés spéciales **KEYLINE FLACON** [16].

**FLACON** est une machines mécanique à reproduire les clés à code pour les clés spéciales du type Tibbe pour Ford et Jaguar, et pour les clés haute sécurité de type Abus et Abloy

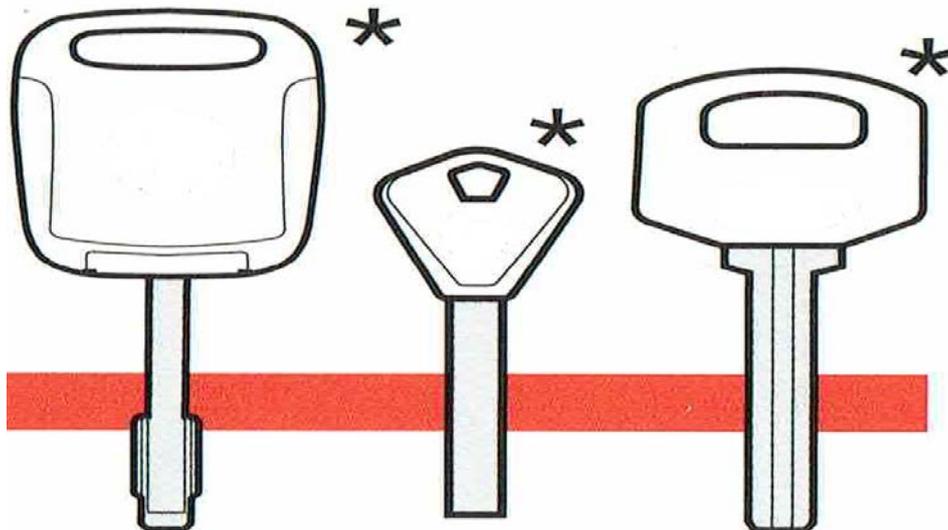


Figure I.21 : les clés spéciales usiner par la machine **KEYLINE FLACON**.

**1) Caractéristiques :**

- Etau avec fermeture « EASY FIT ».
- Etau avec rotation à 360°.
- Stable et maniable.

**2) Caractéristiques techniques :**

- Alimentation :  
110V 50Hz  
230V 50Hz.
- Mouvements : 2 axes.
- Etaux : d'autres versions sont disponibles pour des marchés spécifiques.
- Palpeur : taille à code.
- Moteur : asynchrone à une vitesse.
- Fraise : HSS de diamètre 80 mm.
- Vitesse de la fraise : 1500 rpm.
- Dimensions :  
Largeur : 400 mm  
Profondeur : 370 mm  
Hauteur : 230 mm.
- Poids : 17 Kg.

## I.4 .2) Les machines électroniques à reproduire les clés :

### I.4 .2.1) Pour les clés plats et en croix :

Etude de la machine **KEYLINE NINJA**



Figure I.22 : machines électroniques à reproduire les clés plats et en croix [16].

La machine électronique à reproduire les clés est la première machine compacte à haute précision pour clés plates à un et deux cotés, avec fonctions de taillages à code, de copie, et de décodage.

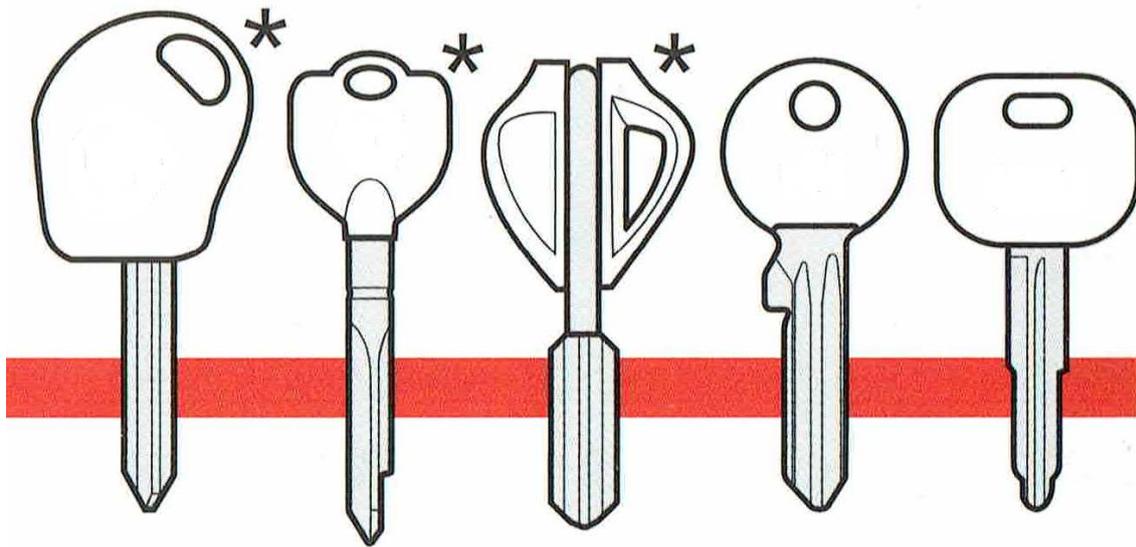


Figure I.23 : les clés plats et en croix usiner par **KEYLINE NINJA**.

### 1) Caractéristiques :

- Electronique et automatique.
- Interface interactive.
- Vitesse multiples de taillage.
- Base de données illimitée avec éléments comparatifs à BORD.
- Zone hermétique de taillage.
- Design compact.
- Bras en option pour console.
- Carte maker.
- Console mobile avec logiciel **LIGER KEYLINE** et base se données constamment mise à jour.

### 2) LIGER SOFTWARE :

KEYLINE conçoit et développe le logiciel propriétaire LIGER, le système de gestion et de contrôle qui permet d'utiliser toutes les machines électronique à reproduire les clés KEYLINE. La qualité du développement technologique et son utilisation consolidée dans le temps rendent les opérations simples et intuitives, même les plus complexes, en économisant du temps et en augmentant la productivité. Le logiciel est géré à partir d'une console mobile, solide, et fonctionnelle dont les fonctions de décodage et de taillage sont représentées de façon dynamique sue un écran tactile couleurs.

- Interface simple et intuitive.
- Parcours opérationnels clairs et cohérents.
- Base de données à bord constamment mise à jour.
- Fonctions personnalisables.
- Mises à jour automatiques par l'intermédiaire d'une connexion internet ou d'une clé USB.

### 3) caractéristiques techniques :

- Alimentation :  
90-130V 50-60Hz  
220-240V 50-60Hz.
- Equipement électronique : carte mère avec processeur ARM Cotrex A8, RAM 256Mo, mémoire NAND 1Go, contrôle des axes hauts résolution.
- Connexions externes : 2 ports USB 2.0, 2 ports série RS232, 1 port LAN.
- Système de lecteur / Décodage de la clé : contact électronique.
- Mouvements : 2 axes guidées par des moteurs pas-à-pas.
- Eaux : 4 cotés.
- Moteur : asynchrone 0.18 KW.
- Fraise : en WIDIA de diamètre 63 mm.
- Vitesse de la fraise : 1500-3000 rpm (vitesse variable en fonction des programmes).
- Dimensions :  
Largeur : 340 mm  
Profondeur : 415 mm  
Hauteur : 300 mm.
- Poids : 20 Kg.

#### I .4.2.2) Pour les clés plates et laser :

Etude de la machine **KEYLINE NINJA LASER**



Figure I.24 : machine électronique à reproduire les clés plates et laser [16].

**NINJA LASER** est la machine électronique à reproduire les clés avec fraise circulaire, vitesse variable et petite fraise à mèche, pour tailler avec la plus grande efficacité les clés plates de porte, de voiture, lasers, et clés Tibbe à code, à décodage ou avec introduction du chiffrage.

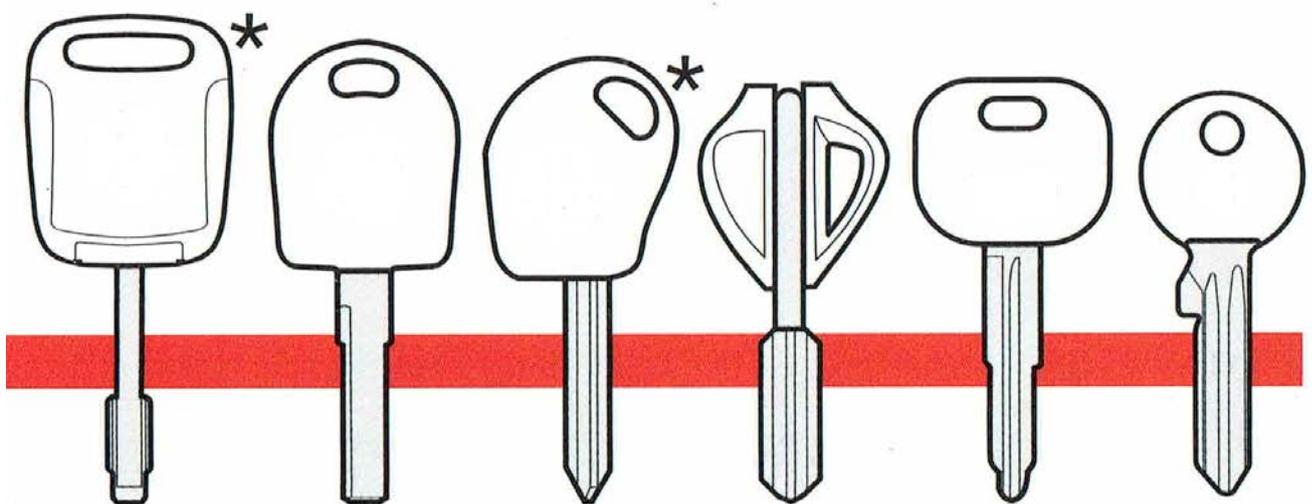


Figure I.25 : les clés plates et laser usinées par la machine **KEYLINE NINJA LASER**.

### 1) Caractéristiques :

- Electronique et automatique.
- Interface interactive.
- Base de données illimitée avec éléments comparatifs à bord.
- Doubles fraise pour clés plates et laser.
- Design compact.
- Bras pour console et étaux dédiés en option.
- Card maker.
- Console mobile avec logiciel LIGER KEYLINE et base de données constamment mise à jour.

### 2) Caractéristiques techniques :

Cotés clés plates :

- Alimentation :  
90-130V 50-60Hz  
220-240V 50-60Hz.
- Equipement électronique : carte mère avec processeur ARM Cortex A8, RAM 256Mo, mémoire NAND 1 Go, contrôle des axes haute résolution.
- Connexions externes : 2 ports USB 2.0, 2 ports série RS232, 1port LAN.
- Système de lecteur / décodage de la clé : contact électronique.
- Mouvements : 2 axes guidés par des moteurs pas-à-pas.
- Etau : 4 cotés.
- Moteur : asynchrone 0.18KW.
- Fraise : en WIDIA de diamètre 36 mm.

- Vitesse de la fraise : 1500-3000 rpm (vitesse variable en fonction des programmes).
- Dimensions :
  - Largeur : 340 mm
  - Profondeur : 415 mm
  - Hauteur : 300 mm.
- Poids : 27 Kg.

Cotés clés laser :

- Alimentation :
  - 90-130V 50-60Hz
  - 220-240V 50-60Hz.
- Equipement électronique : carte mère avec processeur ARM Cortex A8, RAM 256Mo, mémoire NAND 1 Go, contrôle des axes haute résolution.
- Connexions externes : 2 ports USB 2.0, 2 ports série RS232, 1port LAN.
- Système de lecteur / décodage de la clé : contact électronique.
- Mouvements : 2 axes guidés par des moteurs pas-à-pas.
- Etau : étal AC (les étaux A, B, C, D, H sont disponibles).
- Moteur : électronique DC.
- Fraise : en WIDIA de diamètre 2.5 mm.
- Vitesse de la fraise : 6000 rpm.
- Dimensions :
  - Largeur : 340 mm
  - Profondeur : 415 mm
  - Hauteur : 300 mm.
- Poids : 27 Kg.

### I .4.2.3) Pour les clés laser et poinçonnées :

Etude de la machine **KEYLINE NINJA VORTEX**



Figure I.26: machine électronique à reproduire les clés laser et poinçonnées [16].

**NINJA VOTREX** est la machines électronique à reproduire les clés pour le décodage séquentiel, le chiffage à code et la gravure graphique sur la tête des clés à haute sécurité, laser et poinçonnées.

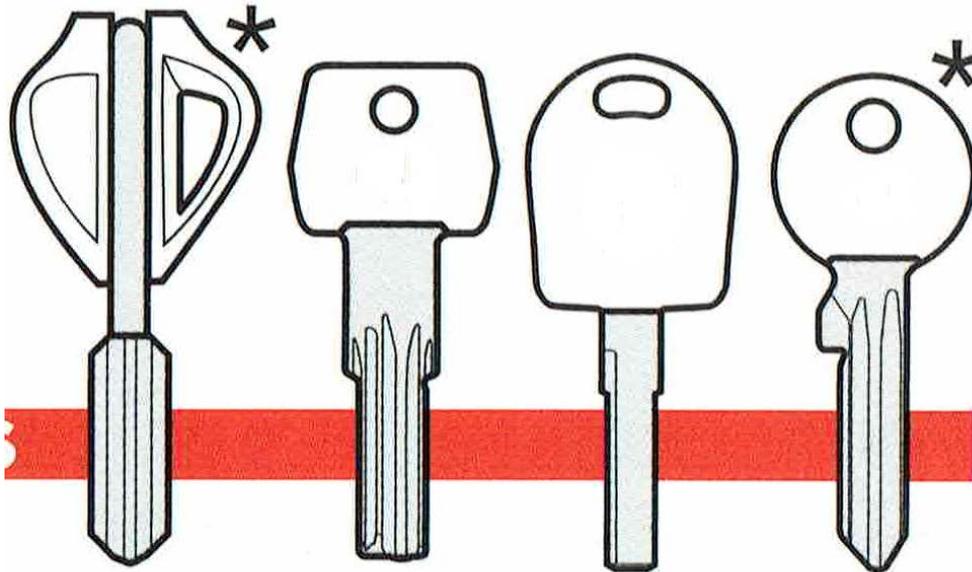


Figure I.27 : les clés laser et poinçonnées usinées par la machine **KEYLINE NINJA VORTEX**.

### 1) Caractéristiques :

- Interface interactive.
- Base de données illimitée avec éléments comparatif à bord.
- Grande vitesse de décodage et de taillage.
- Système d'estampillage pour la gravure graphique sur la tête des clés.
- Design compact.
- Bras en option pour console.
- Console mobile avec logiciel LIGER de dernière, génération et base de données complète de clés.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Alimentation :

90-130V	50-60Hz
220-240V	50-60Hz.
- Equipement électronique : carte mère avec processeur ARM Cortex A8, RAM 256 Mo, mémoire NAND 1 Go, contrôle des axes haute résolution.
- Connexions externes : 2ports USB 2.0, 2 ports série RS232, 1 port LAN.
- Système de lecteur / décodage de la clé : contact électronique.
- Mouvements : 3 axes guidés par des moteurs pas-à-pas.
- Etau : fourniture de 4 étaux de base : A01, A02, A03 pour clés de voiture de type laser ; C01 pour clés poinçonnées ; autres modèles sur demande.
- Moteur : électronique DC.
- Fraise : équipement avec les fraises WIDIA suivantes : 1pièce fraise de diamètre 4 mm, tranchant 90° 0.4 mm (pour clés poinçonné) ; 1 pièce fraise de

diamètre 4 mm, tranchant de diamètre 2.5 mm (pour clés de voiture) ; d'autre version sont disponibles pour des marchés spécifiques.

- Vitesse de la fraise : 10000 rpm.
- Dimensions :
  - Largeur : 340 mm
  - Profondeur : 415 mm
  - Hauteur : 300 mm.
- Poids : 19Kg.

#### I.4.2.4) Pour les clés à panneton et à pompe :

Etude la machine **KEYLINE SIGMA PRO**



Figure I.28 : machine électronique à reproduire les clés à panneton et à pompe [16].

**SIGMA PRO** est la machine électronique à reproduire les clés à grande vitesse pour la reproduction des clés à panneton, à double panneton, des clés à pompe et des clés spéciales à taillages angulaires.

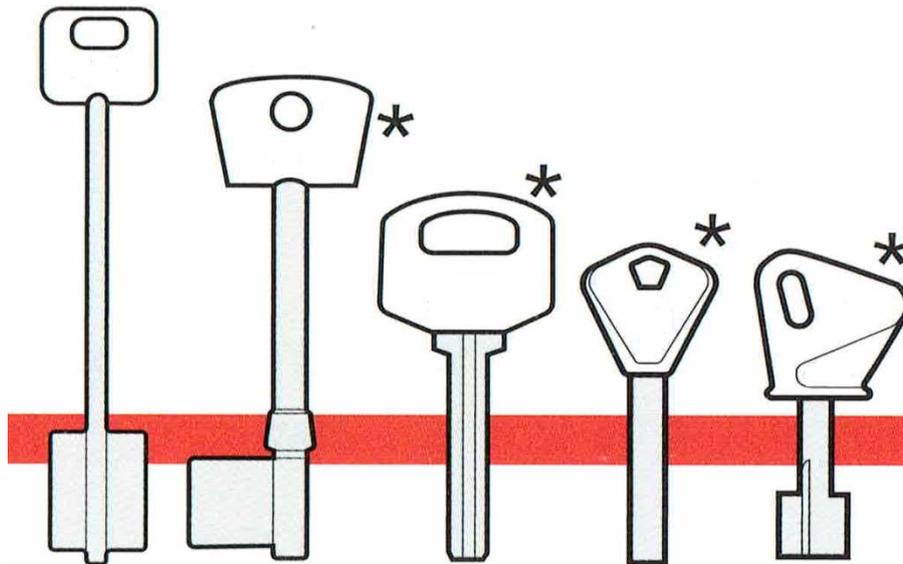


Figure I.29 : les clés à panneton et à pompe usinées par la machine **KEYLINE SIGMA PRO**.

### 1) Caractéristiques :

- Lecture optique.
- Reproduction ultrarapide.
- Interface interactive.
- Compartiment de lecture séparé du taillage.
- Card maker.
- Instruments logiciels avancés facilement actualisables.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Alimentation : AC 100-240V 50-60Hz.
- Interface utilisateur : écran tactile industrielle couleurs, 7'', 16:10 ; résolution 800x480 px, VGA.
- Equipement électronique : Mainboard avec CPU GEODE à 600 MHz, 512 MB RAM, mémoire statique sur compact flash 4 Go, contrôle des axes à haute résolution.
- Connexion externes : entrée alimentation avec interrupteur général, 1 port USB 2.0 ; 1 port Ethernet ; 1 port série RS485 ; 1 port VGA.
- Système de lecture / décodage de la clé : lecteur statique par image numérique (Optique + CCD).
- Mouvements : 3 axes guidés par des moteurs pas-à-pas.
- Eaux : équipement en relation avec des marchés spécifiques.
- Moteur : Brushless.
- Fraise : en WIDIA de diamètre 100 x 1.25 mm.
- Vitesse de la fraise : 900-1800 rpm (vitesse variable en fonction des programmes).
- Dimensions :

Largeur : 500 mm

Profondeur : 440 mm  
Hauteur : 450 mm  
Hauteur lorsque le carter est ouvert : 600 mm.

- Poids : 45 Kg.

#### I.4 .2.5) Pour les clés plates, laser, et poinçonnées :

Etude la machine **KEYLINE NINJA TOTAL**



Figure I.30 : machine électronique à reproduire les clés plates, laser, et poinçonnées [16].

**NINJA TOTAL** est la machine électronique à reproduire les clés exclusive pour la copie, le décodage, et le chiffage des clés plates, laser, poinçonnées.

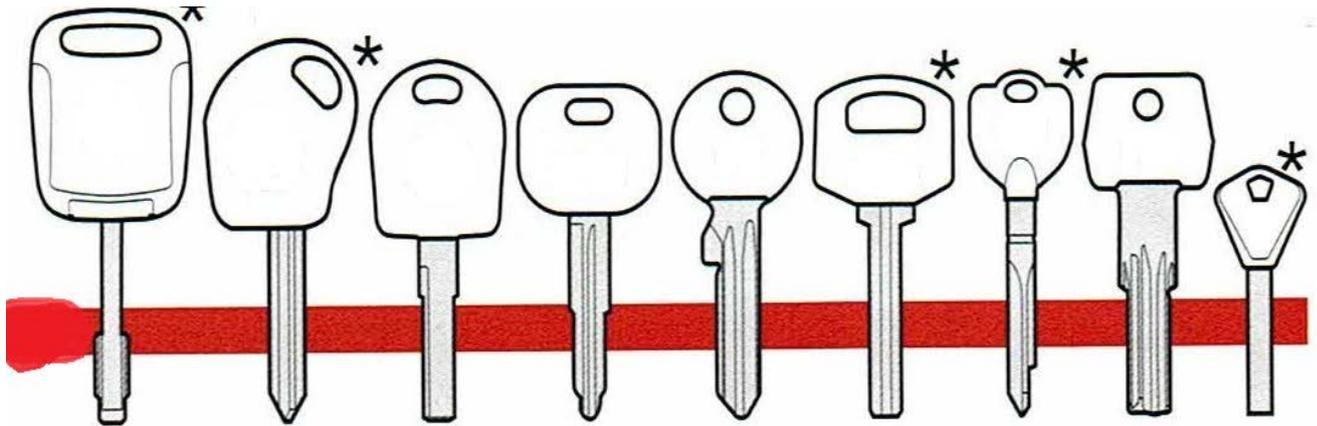


Figure I.31 : les clés plates, laser, et poinçonnées usiner par la machine **NINJA TOTAL**.

### 1) Caractéristiques :

- Solution All-In one, avec double station de taillage.
- Grande vitesse du taillage des clés.
- Nouvel étau C30 pour clés poinçonnées et laser.
- Console industrielle avec logiciel **LIGER KEYLINE** et base de données constamment mise à jour.
- Fonction d'estampillage des têtes avec étau C25 en option.
- Technologie fiable et brevetée.

### 2) Caractéristiques techniques :

Coté clés plates :

- Alimentation :  
90-130V 50-60Hz  
220-240V 50-60Hz.
- Equipement électronique : carte mère avec processeur ARM Cortex A8, RAM 256 Mo, mémoire NAND 1 Go, contrôle des axes haute résolution.
- Connexion externes : 2 ports USB 2.0, 2 ports série RS232, 1 port LAN.
- Système de lecture / décodage de la clé : palpeur mécanique avec capteur linéaire.
- Mouvements : 3 axes guidés par des moteurs pas-à-pas.
- Etaux : 4 cotés.
- Moteur : asynchrone 0.18KW.
- Fraise : en WIDIA de diamètre 63 mm.
- Vitesse de la fraise : 1500-3000 rpm (vitesse variable en fonction des programmes).
- Absorption: 250 W (35 W en stand-by).
- Dimensions :  
Largeur : 340 mm  
Profondeur : 415 mm  
Hauteur : 300 mm.
- Poids : 30 Kg.

Coté clés poinçonnées et laser :

- Alimentation :  
90-130V 50-60Hz  
220-240V 50-60Hz.
- Equipement électronique : carte mère avec processeur ARM Cortex A8, RAM 256 Mo, mémoire NAND 1 Go, contrôle des axes haute résolution.
- Connexion externes : 2 ports USB 2.0, 2 ports série RS232, 1 port LAN.
- Système de lecture / décodage de la clé : contact électronique.
- Mouvements : 3 axes guidés par des moteurs pas-à-pas.
- Etaux : C30.
- Moteur : électronique CC.
- Fraise : en WIDIA de diamètre 2.5 mm.
- Vitesse de la fraise : 13000 rpm.
- Absorption: 250 W (35 W en stand-by).
- Dimensions :  
Largeur : 340 mm  
Profondeur : 415 mm  
Hauteur : 300 mm.
- Poids : 30 Kg.

#### I .4.2.6) Pour les clés plates et poinçonnées :

Etude la machine **KEYLINE CAMILLO BLANCHI READER**



Figure I.32 : machine électronique à reproduire les clés plates et poinçonnées [16].

**CAMILLO BLANCHI READER** est la solution idéale pour l'identification des profils plats à un et deux cotés ainsi que des profils poinçonnés.

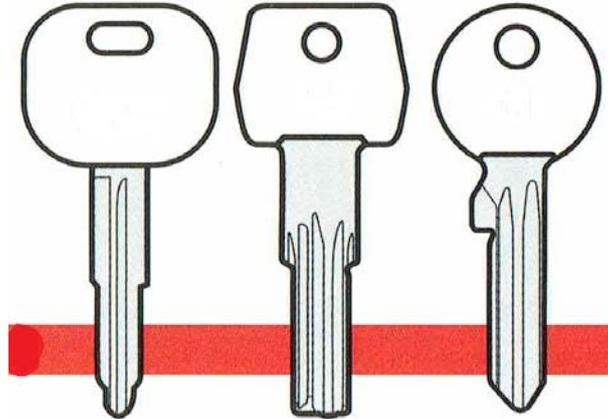


Figure I.33: les clés plates et poinçonnées usiner par la machine **CAMILLO BLANCHI READER**.

### 1) Caractéristiques :

- Solide, rapide, et précis.
- Différents bases des données par zone géographique.
- Interface intuitive.
- Création d'une base de données personnalisée grâce à la fonction d'auto-apprentissage.
- Mises à jour automatiques des logiciels.

### 2) Caractéristiques techniques :

- Tension électrique : 12V-24W.
- Connexions externes : 1 USB ; 1 LAN.
- Dimension :
  - Largeur : 150 mm
  - Profondeur : 300 mm
  - Profondeur avec câbles : 330 mm
  - Hauteur : 300 mm.
- Poids : 4.5 Kg.

### I.5) Accessoires et pièces de rechange :



Figure I.34 : accessoires et pièces de rechange [19].

#### I.5.1) Accessoires optionnels :

Ce sont ces mêmes passions et attentions que nous appliquons à la conception et à la réalisation de chaque modèle de machine à reproduire les clés que nous réservons aussi à tous les accessoires optionnels. Etau, mâchoires, chargeurs :

Chaque élément est étudié en fonction de la structure de la machine sur laquelle il sera utilisé.



Figure I.35: accessoires optionnels [19].

#### I.5.2) Les pièces de rechange :

Les pièces de rechange originales sont fabriquées exclusivement avec des matériaux d'excellente qualité, assemblées avec un maximum de soin et minutieusement testées. Elles sont fabriquées pour garantir aux machines à reproduire les clés une fonctionnalité optimale et de hauts niveaux de précision dans le temps.

### I.5.3) Consommables originaux :

On offre une vaste gamme de consommables originaux comme les fraises, les molettes et les brosses qui répondent à tout le pré requis en matière de qualité garantis.



Figure I.36 : les pièces de rechange original [19].

*Chapitre II :*  
*Généralité sur*  
*les machines*  
*mécanique à*  
*reproduire les*  
*clés plates et*  
*en croix*

## Chapitre II : Généralité sur les machines mécaniques à reproduire les clés plates et en croix

---

Différentes raisons nécessitent la reproduction de clés dans les plus brefs délais. Par exemple, si vous avez perdu votre trousseau de clés et que vous vous retrouvez à la porte de chez vous en pleine nuit ou encore au plus froid de l'hiver. Mais aussi après un vol de clés, pour pouvoir accéder à votre domicile sans rencontrer le moindre problème. Mais cela peut également être utile si votre clé s'est cassée ou encore si elle ne semble plus en bon état de marche à cause d'une usure ou d'un mauvais entretien. Dans tous ces cas, vous pourrez donc profiter d'un service de reproduction de clé à la minute afin d'être dépanné dans les plus brefs délais.

La reproduction de clé est un service qui est proposé exclusivement par un serrurier professionnel. Grâce à son savoir-faire, ses compétences et son matériel adapté, il pourra réaliser toutes vos reproductions de clé, même sur les plus modèles les plus sophistiqués, à la minute. Cela veut donc dire que du moment où votre demande est prise en charge, votre clé sera reproduite en moins d'une minute. Ce qui est tout de même très pratique si vous vous retrouvez dans une situation d'urgence ou encore réellement fâcheuse.

Il existe deux types de clés à reproduire :

Les clés protégées : qui possèdent une protection juridique et dont la reproduction est entièrement réglementée (c'est dans ces cas-là qu'une carte d'authentification vous est remise pour assurer sa sécurité et la vôtre).

Les clés non protégées : Qui n'ont pas besoin d'autorisation pour être reproduites (ce qui peut être un vrai problème).

La reproduction d'une clé est donc réalisée par un professionnel possédant une machine composée de différents moules de clés. La machine reproduit en réalité une partie bien précise de la clé : le panneton (qui permet d'actionner une serrure). Celle-ci va alors tailler sur une clé totalement neutre tous les crans de sécurité que l'on retrouve sur la clé principale. La reproduction de clé n'est donc pas une copie de votre clé mais une toute nouvelle clé qui reprend toutes les caractéristiques de l'ancienne. Vous pourrez vous en servir au quotidien sans rencontrer le moindre problème d'usure ou encore de cassure car, cela reste une clé de bonne qualité.

Une permis les machines à reproduire les clés on a choisi **JMA ECCO**



Figure II.1 : la machine mécanique à reproduire les clés plates et en croix [30].

Cette machine est une machine semi- automatique pour la reproduction de clés plates, pour des serrures à cylindre et pour véhicules, des clés cruciforme (en croix) et spéciale. Cette machine est d'une grande robustesse, ce qui a une importance directe sur la précision de la reproduction. Grace à sa fraise munie d'un axe direct au moteur, il s'agit de la version la plus économique de la famille des machines à reproduire de clés plates.

## II.1) Caractéristiques de la machine :

### II.1.1) Eléments principaux de la machine :

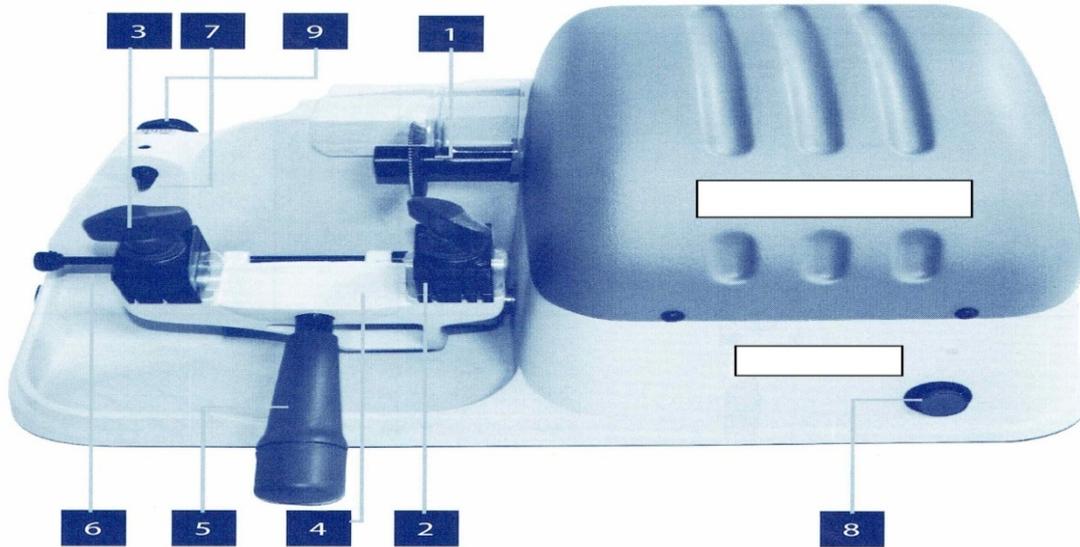


Figure II.2 : Eléments principaux de la machine [17].

- (1) : fraise.
- (2) : étaux 2 faces.
- (3) : poignée du mors.
- (4) : chariot.
- (5) : poignée du chariot.
- (6) : calibre escamotable.
- (7) : palpeur.
- (8) : interrupteur mise en marche.
- (9) : commande de réglage palpeur.

**II .1.2) Nomenclature de la clé :**

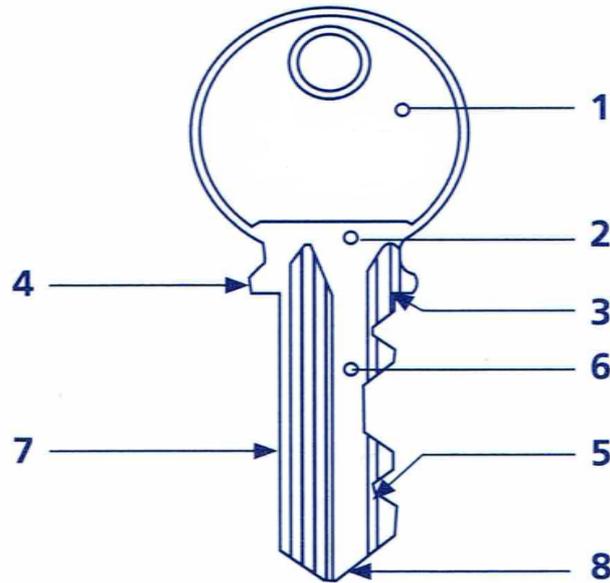


Figure II.3 : nomenclature de la clé plate [17].

- (1) : Tête.
- (2) : cou.
- (3) : arrêt.
- (4) : canne.
- (5) : dents.
- (6) : cran.
- (7) : dos.
- (8) : pointe.

**II .1.3) Données techniques :**

Les principales données technique sont les suivantes :

Moteur : monophasé 220V, 50Hz, 0.18Kw, 1500t/min, 1.7 Ampère.

Fraise : acier super- rapide de diamètre 63 x 16 x 5 mm.

Vitesse : 1500 t/min.

Mors : 2 faces, syntérisé.

Déplacement : sur coussinets autolubrifiants.

Course utile : axe X=70mm.

Dimensions : largeur=470mm

## Chapitre II : Généralité sur les machines mécanique à reproduire les clés plates et en croix

Profondeur=245mm

Hauteur=280mm

Poids : 15 Kg.

### II .1.4) Transport et emballage :

La machine se présente dans un emballage à dimensions suivantes :

Largeur = 570 mm

Longueur = 520 mm

Hauteur= 410 mm

Poids de la machines avec emballage : 18.5 Kg

Au déballage de la machine, il faut soigneusement l'examiner au cas où elle aurait subi des dommages pendant le transport. En cas d'anomalie constatée, il faut en avise immédiatement le transporteur et ne rien faire avec la machine tant que l'agent du transporteur n'a pas effectué l'inspection correspondante.

### II .1.5) Composants et parties fonctionnelles :

#### II.1.5.1) Accessoires :

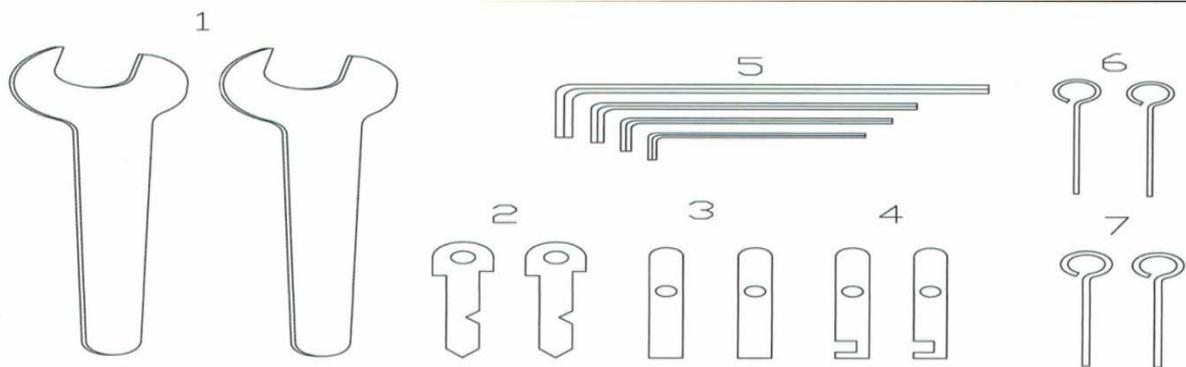


Figure II.4 : accessoires de la machines mécanique à reproduire les clés plates et en croix [17].

- (1) : deux clés fixes de 18.
- (2) : clés pour le réglage latéral.
- (3) : clés pour la butée de la clé sur la pointe.
- (4) : cales pour la reproduction de clés cruciformes.
- (5) : clé Allen de 2.5, 3, 4, 5, 6.
- (6) : tiges de diamètre 1.20.
- (7) : tiges de diamètre 1.20.

(7) : tiges de diamètre 1.70.

**II.1.5.2) Circuit électrique :**

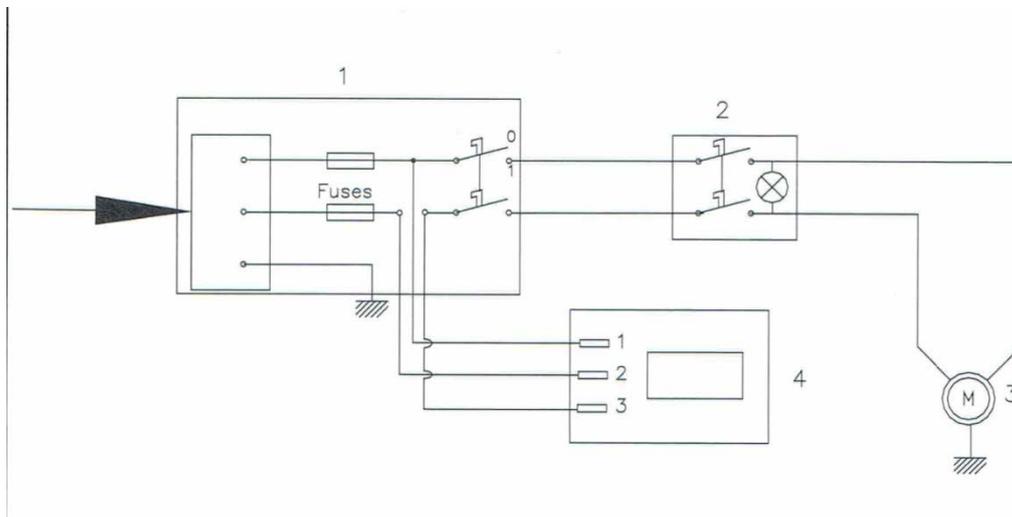


Figure II.5 : circuit électrique [17].

Les composants principaux des circuits électrique et électronique sont les suivants :

- (1) : Prise de courant.
- (2) : Interrupteur de mise en marche.
- (3) : Moteur.
- (4) : Plaque à bornes.

### II.1.5.3) Etau à 2 faces :

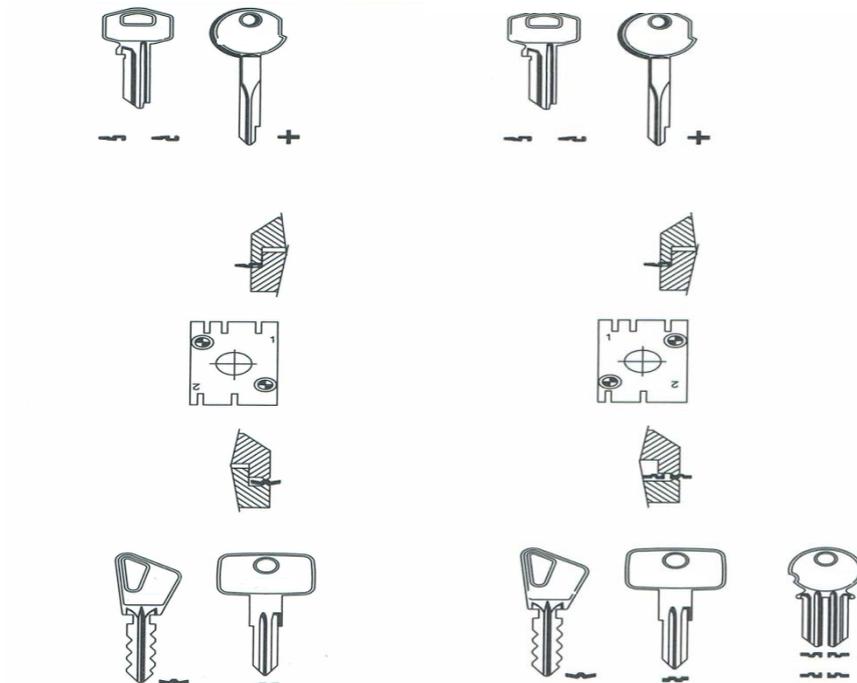


Figure II.6 : étau à deux faces [17].

Les étaux peuvent bloquer une famille de clés différente sur chaque face. Le schéma reporté ci-dessous indique la caractéristique de chaque face.

- Clés à canne normale.
- Clés à canne étroite.

Blocage de la clé dans une rainure du profil.

## II.2) Fonctionnement :

### II.2.1) Réglage de la machine :

#### II.2.1.1) Contrôle et réglage latéral :

- placer les deux clés de réglage (1) dans les mors en mettant en butée l'arrêt inférieur des clés contre la face gauche des étaux.
- serrer ensuite les mâchoires.

-approche les mors avec les clés de réglage (1) j' jusqu'au palpeur (L) et la fraise (F) de manière à ce que le palpeur et la fraise soient en butée contre l'arrêt supérieur des clés de réglage. Cela se fait en approchant doucement le chariot du palpeur (L) et la fraise (F).

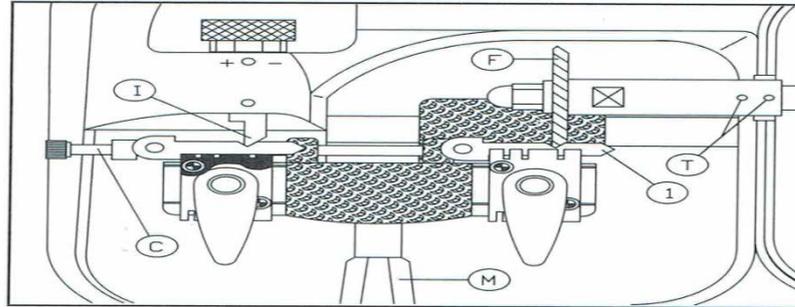


Figure II.7 : contrôle et réglage latérale [17].

-Si les entailles des clés de réglage ne coïncident pas exactement avec le palpeur (L) et la fraise, effectuer les opérations suivantes :

- En desserrant légèrement les vis (T) de l'axe, il y a la possibilité de déplacer la fraise à droite ou à gauche. Il faut déplacer la fraise pour la faire coïncider avec l'entaille de la clé de réglage correspondante. Cette opération se réalise après avoir détaché la protection de moteur.
- La distance est parfaitement réglée lorsque le palpeur et la fraise rentrent exactement dans les entailles respectives des clés de réglage. Serrer ensuite à fond la vis (T) de l'axe.

### II.2.1.2) contrôle et réglage de la profondeur de la taille :

- Placer les deux clés de réglage (1) en mettant en butée l'arrêt inférieur des clés contre la face gauche des étaux.
- Approcher les mors avec les clés de réglage (1) jusqu'au palpeur (L) et la fraise (F) de manière à ce que les parties planes des clés de réglage soient en appui sur le palpeur et la fraise.
- Faire tourner la fraise à la main, à l'envers. Si la fraise frotte légèrement sur la clé de réglage, la machine est bien réglée.
- Si, lorsqu'on fait tourner la fraise, celle-ci le fait librement, sans frotter, cela indique qu'elle ne taille pas assez en profondeur. Au contraire, si la fraise se bloque sur la clé de réglage, c'est que la taille est trop profonde.
- Dans les deux cas, procéder de la manière suivante :
  - Défaire la vis (L) qui bloque le palpeur (L) et faire tourner la vis micrométrique (H).

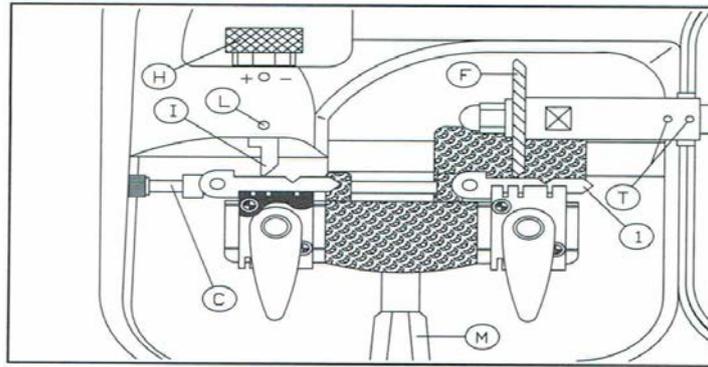


Figure II.8 : contrôle et réglage de profondeur de la taille [17].

- Avancer ou reculer le palpeur jusqu'à ce que la fraise tourne et frôle très légèrement la clé de réglage. Serrer ensuite la vis (L) et la machine sera en parfait état de fonctionnement.

### II.2.2) Reproduction de clés :

-Pour des raisons de sécurité, la manipulation de clé s'effectue avec le moteur arrêté, l'interrupteur en position d'arrêt et le voyant éteint. Le moteur doit être mis en marche uniquement lors de la taille de la clé.

- Introduire la clé originale dans le mors gauche, en maintenant l'arrêt à une distance (S) de 2 à 3 mm du bord du mors.

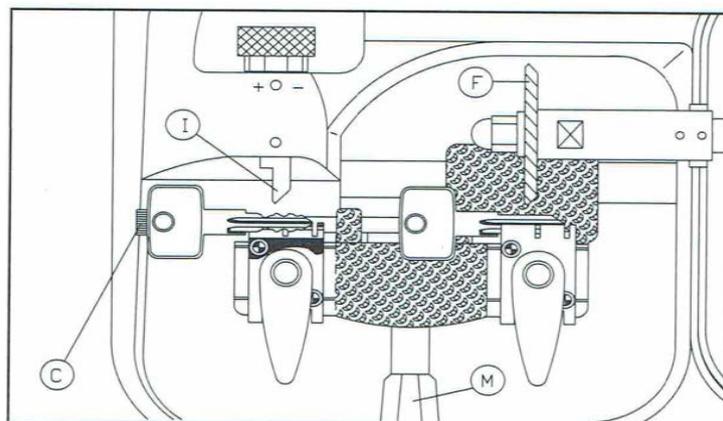


Figure II.9 : reproduction de clés [17].

-Serrer le mors en maintenant le dos de la clé bien appuyé et aligné sur la base du mors.

## Chapitre II : Généralité sur les machines mécanique à reproduire les clés plates et en croix

-Introduire la clé brute à reproduire dans le mors de droite et, avant de serrer le mors, lever le calibre (C) et aligner les deux clés en veillant à ce que les deux pointes du calibre s'appuient fermement sur les arrêts supérieurs des deux clés. Ensuite, serrer le mors en maintenant le dos de la clé bien appuyé et aligné sur la base du mors.

-Dans le cas des clés avec un arrêt inférieur, veiller à ce que les arrêts inférieurs s'appuient fermement contre les butées internes des mors (faces 1et 2).

- La clé originale et la clé brute à reproduire doivent être introduites par la partie gauche des mors correspondants.

-Retirer le calibre (C) et mettre la machine en marche et, en maintenant le chariot à l'aide de la poignée (M), approcher les clés du palpeur (L) et de la fraise (F).

-Nous rappelons qu'il faut travailler de gauche à droite avec comme point de départ l'arrêt de la clé. Appuyer la clé originale sur le palpeur et commencer à travailler en déplaçant le chariot de droit à gauche, en utilisant la poignée (M) et en veillant à ce qu'une légère pression soit exercée sur le palpeur par la clé originale.

-Lorsque la reproduction est terminée, remettre le chariot dans la position d'origine, avec le moteur arrêté. Puis retirer les clés après avoir desserré les mors.

### II.2.2.1) Reproduction de la clé à canne étroite, avec cales 1.2 mm ou 1.7 mm :

Pour reproduire ce genre de clés et afin que la fraise atteigne le maximum de profondeur de coupe, soulever les clés – l'originale et celle à reproduire – en introduisant entre le dos des clés et la base des mors, les cales n° 1.2 mm ou 1.7 mm, en fonction de la hauteur requise par la clé à reproduire.

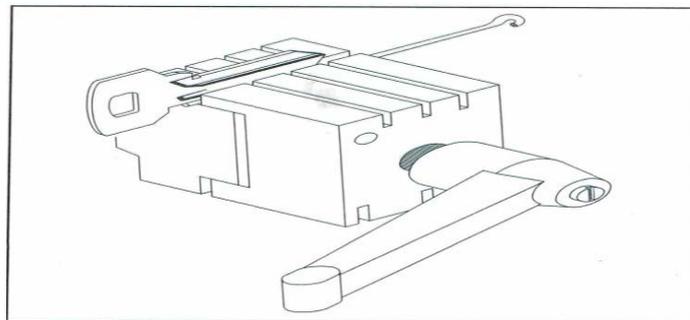


Figure II.10 : Reproduction de la clé à canne étroite, avec cales 1.2 mm ou 1.7 mm [17].

### **II.2.2.2) Reproduction de clés sans arrêt :**

Introduire les deux cales (2) dans les rainures verticales (R) de chaque mâchoire, en fonction de la longueur de la clé à reproduire.

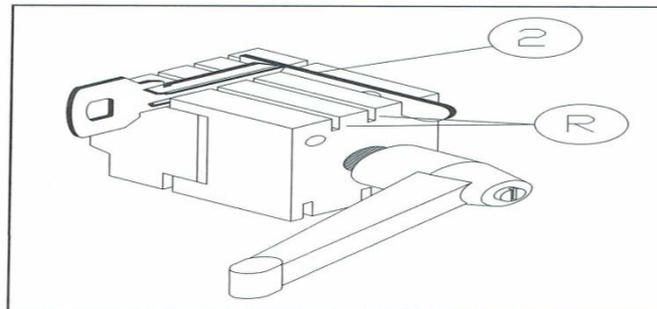


Figure II.11 : reproduction de la clé sans arrêt [17].

Appuyer les pointes des clés contre les cales (2). Les clés sont ainsi réglées. Serrer ensuite les mâchoires. Il faut retirer les cales avant de commencer la reproduction de la clé.

### **II.2.2.3) Reproduction de clés cruciformes. Face 1 de l'étau :**

Ce genre de clés doit être introduit dans les mâchoires de gauche à droite. Placer les cales (5), ouverture vers le haut, dans l'une ou l'autre rainure (R), en fonction de la longueur de la clé à reproduire.

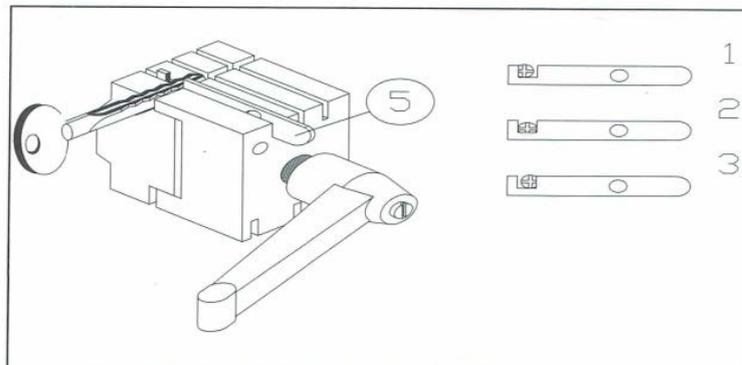


Figure II.12 : reproduction de clés cruciforme.

La taille de la clé se fait en trois opérations, en tournant et en bloquant à chaque fois l'arrêt de la clé sur la cale (5).

### **II.3) Maintenance et sécurité :**

Pour effectuer toute opération de maintenance, il faut remplir les conditions suivantes :

- 1) Ne jamais effectuer aucune opération d'entretien machine en marche.

- 2) Il faut débrancher le cordon d'alimentation électrique.
- 3) Il faut suivre strictement les indications de la notice.
- 4) Utiliser des pièces de rechange d'origine.

### II.3.1) Remplacement de la fraise :

Défaire les deux vis de la protection de la fraise et l'enlever. A l'aide des deux clés plates de 18, bloquer l'axe de la fraise et dévisser l'écrou (K) - filetage gauche – qui bloque la fraise (F). Remplacer ensuite la fraise et remonter la protection.

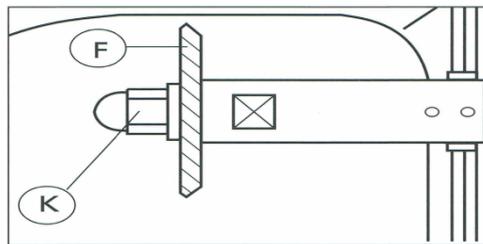


Figure II.13 : remplacement de la fraise [17].

**Important :** dévisser l'écrou en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

### II.3.2) Recommandations de sécurité :

- 1) Ne pas essayer de démarrer ou de manipuler la machine tant que toutes les questions de sécurité, instructions pour l'installation, guide de l'opérateur et procédures de maintenance n'ont pas été remplies et comprises.
- 2) Toujours débrancher l'alimentation électrique avant d'effectuer des travaux de nettoyage ou d'entretien.
- 3) Conserver la machine et ses alentours propres.
- 4) Travailler avec les mains sèches.
- 5) Utiliser des lunettes de protection, même si la machine dispose de protections.
- 6) S'assurer que la prise électrique dispose d'une prise de terre.



***Chapitre III :***  
***Etude***  
***fonctionnelle***  
***et cinématique***

Après avoir fait une recherche bibliographique sur les différents types de machines mécanique à reproduire les clés plats, et en croix, et d'après une discussion avec certains techniciens serruriers on a défini un problème d'exigence du l'intervention humaine au temps d'usinage.

Donc, ce chapitre la va faire objet d'une étude fonctionnelle pour analyser nos besoins et nos moyens dans la but d'aboutir en fin à définir le cahier de charge sur lequel on va se baser pour entamer l'automatisation d'usinage.

### **III.1) Etude fonctionnelle de la machine :**

#### **III.1.1) Analyse de besoin de la machine :**

Dans cette partie on va présenter notre besoin.

##### **III.1.1.1) Saisir le besoin :**

Ce besoin consiste à l'étude et l'automatisation au temps d'usinage d'une machine mécanique à reproduire les clés plates, et en croix.

##### **III.1.1.2) Enoncer le besoin :**

Pour définir l'énoncé du besoin. Il faut exprimer avec précision le but de l'étude, pour ce fait on procédera par ces deux étapes :

- **Répondre aux questions :**
  - A qui rend-il service ?  
Ce système rend service à l'utilisateur.
  - Sur quoi le produit agit-il ?  
Ce système agit sur l'usinage des clés.
  - Dans quel but est conçu ce produit ?  
Pour usiner les clés plates automatiquement.
  
- **L'outil de la bête a cornes :**

Cet outil nous permet de traduire les questions au-dessus vers le schéma suivant :

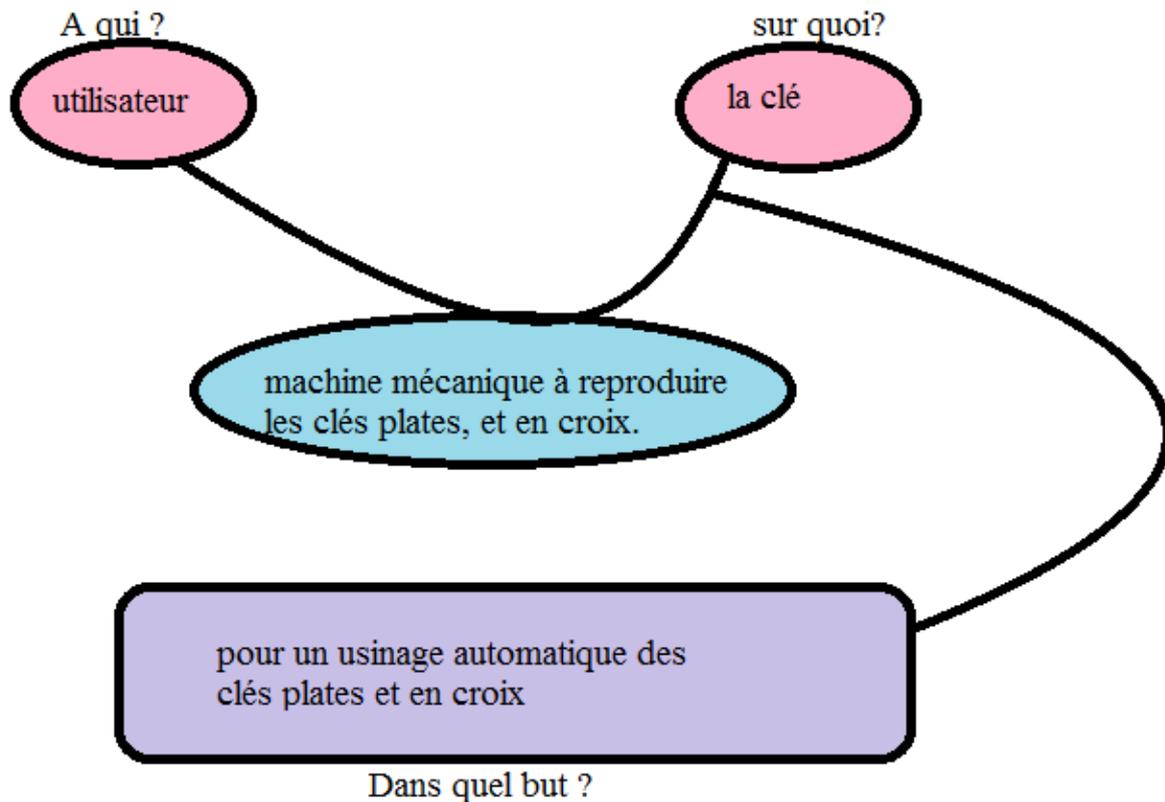


Figure III.1 : Bête à cornes de la machine automatique à reproduire les clés.

- **Enoncé du besoin :**

« Le produit rend service aux utilisateurs en leur permettant d'usiner automatiquement des clés plates et en croix »

### III.1.2) Analyse fonctionnelle de la machine :

L'analyse fonctionnelle du besoin consiste à identifier les fonctions de service vis-à-vis le milieu extérieur, grâce à un outil graphique qui est le graphe fonctionnel appelé aussi « le Diagramme Pieuvre».

Ce diagramme nous permet de déterminer les fonctions de service du produit vis-à-vis le milieu extérieur de la manière suivante :

- Les relations du produit avec son milieu extérieur (pour une phase de vie donnée) sont représentées par des traits.
- Chaque trait correspond à une fonction de service (FS).
- Chaque trait doit relier le produit à un élément du milieu extérieur (EME) ou bien relier plusieurs EME en passant par le produit.

Le diagramme suivant est le diagramme Pieuvre de notre produit :

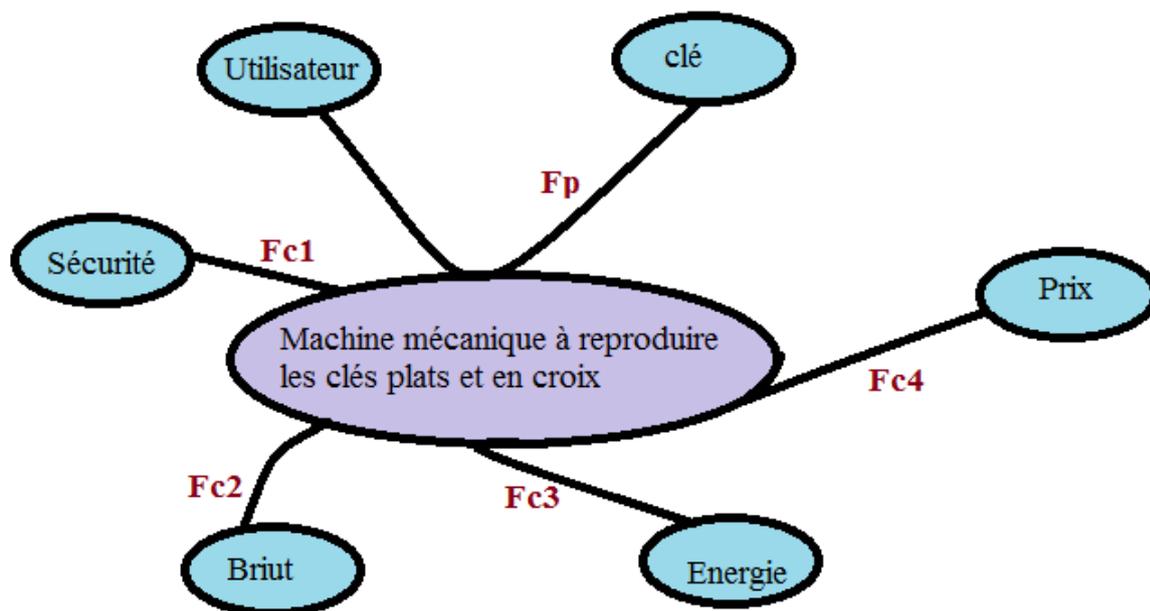


Figure III.2 : Diagramme Pieuvre.

Fonction	Rôle
Fonctions principales <b>Fp</b>	Usiner automatiquement la clé par l'utilisateur avec la machine à reproduire les clés.
Fonction complémentaire <b>Fc1</b>	Diminuer tout risque de danger et d'accident.
Fonction complémentaire <b>Fc2</b>	Usiner avec un bruit minimal.
Fonction complémentaire <b>Fc3</b>	Motoriser avec l'énergie électrique.
Fonction complémentaire <b>Fc4</b>	Avoir un prix raisonnable.

Tableau III.1 : Fonctions de services.

### **III.1.3) Analyse fonctionnelle technique de la machine :**

Cette partie de l'étude fonctionnelle sert à déterminer des solutions qui existent pour répondre aux fonctions de services noté au-dessus. En outre, l'analyse fonctionnelle technique AFT

permet de faire la transition entre l'analyse fonctionnelle de besoin et la conception détaillée, qui entre dans les considérations technologiques. L'analyse fonctionnelle technique est aussi appelée analyse fonctionnelle interne.

### III.1.3.1) Analyse fonctionnelle descendante SADT niveau A-0 :

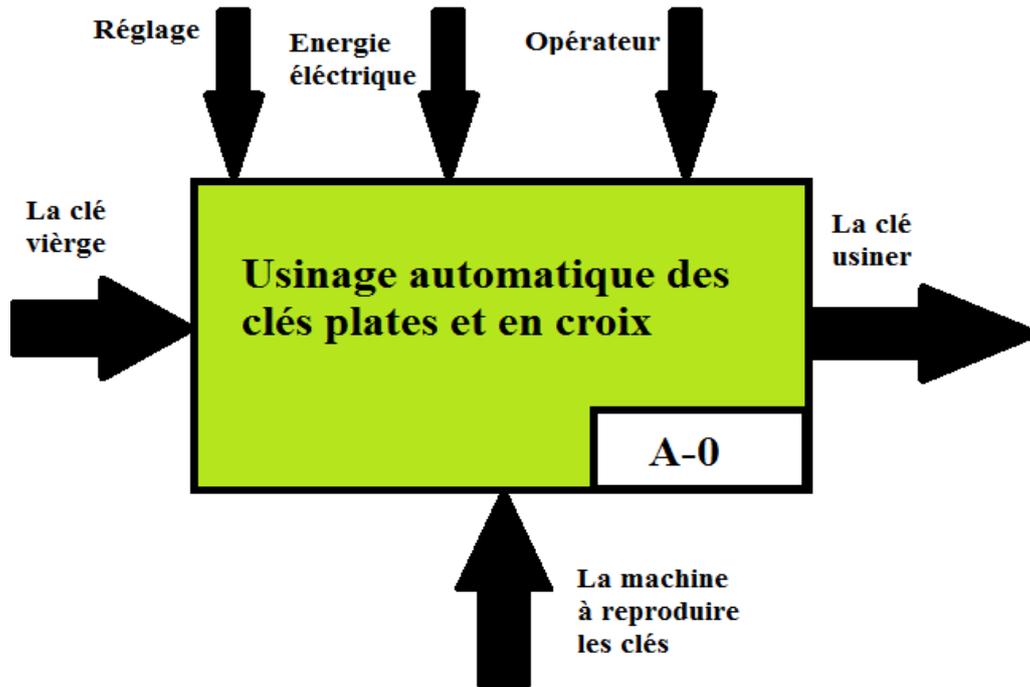


Figure III.3 : Boite SADT Niveau A-0.

### III.1.3.2) Diagramme FAST :

Pour mener notre analyse fonctionnelle technique sur la machine à reproduire les clés, nous utiliserons l'outil de diagramme FAST.

Ce dernier servira à limiter notre étude illustrer nos solutions et enfin définir notre choix.

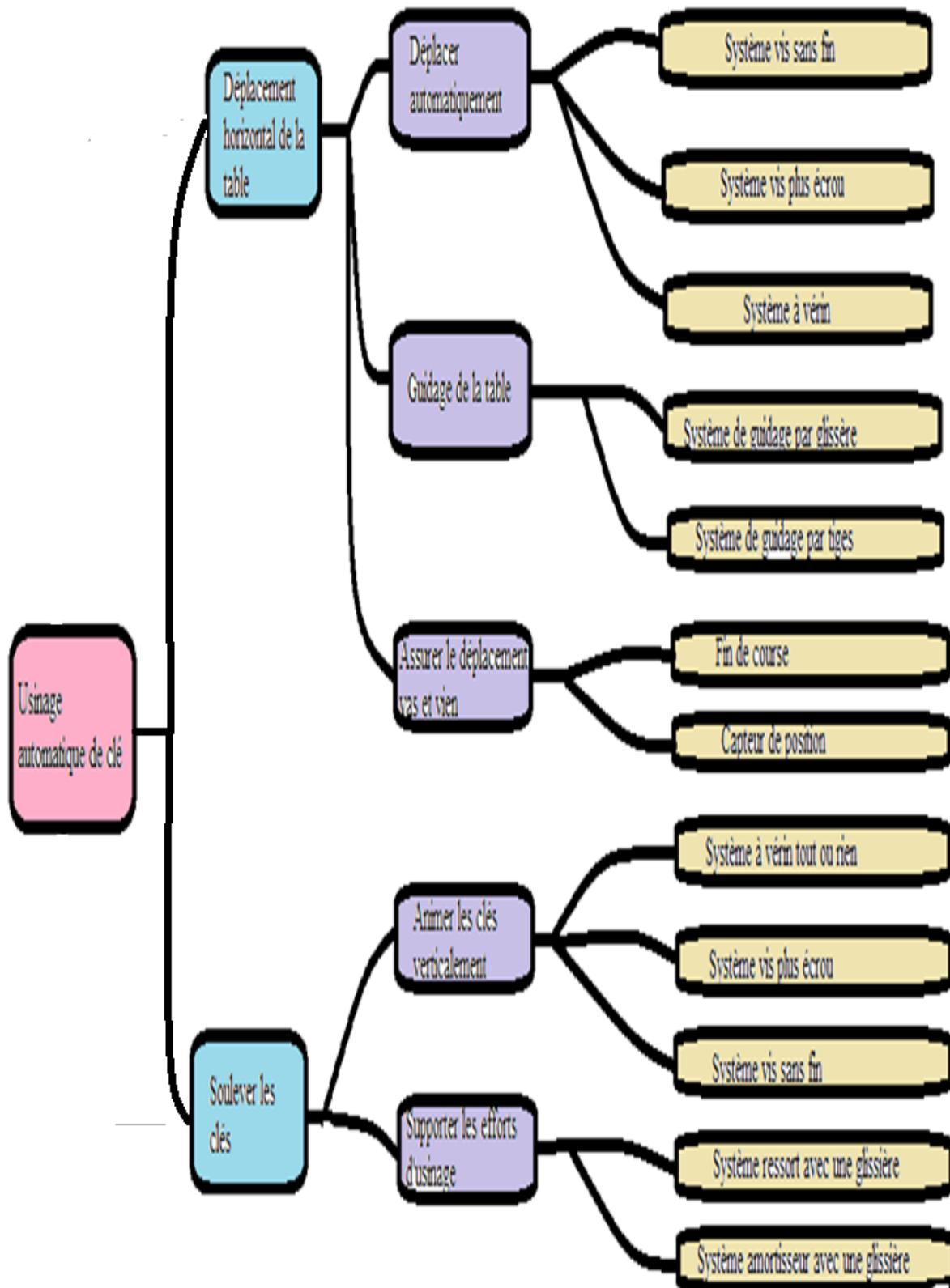


Figure III.4 : Diagramme FAST des solutions.

Après l'étude fonctionnelle, il nous reste à limiter nos choix de solution pour les machines mécaniques à reproduire les clés plates et en croix. Alors, on proposera plusieurs solutions dans lesquels on effectuera des études pour aboutir à un choix adéquat.

### III.2) Proposition des solutions :

Pour assurer l'usinage automatique des clés, on a plusieurs solutions, on va choisir la plus adéquate.

Voici notre proposition :

#### III.2.1) pour le déplacement horizontal :

##### III.2.1.1) Système vis sans fin :

Une vis sans fin est un cylindre comportant une cannelure hélicoïdale (parfois plusieurs), la faisant ressembler à une tige filetée. Associée à un pignon, elle constitue un engrenage gauche (les deux axes ne sont pas dans le même plan), dans lequel elle se comporte comme une roue à une dent (ou plus, selon le nombre de cannelures). On appelle aussi parfois ce système roue et vis sans fin.

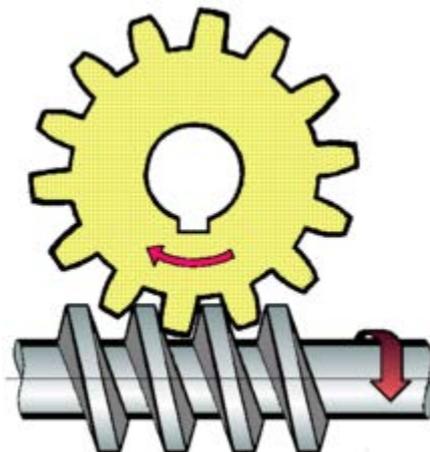


Figure III.5 : Vis sans fin [31].

La vis est généralement solidaire de l'axe qui la supporte (liaison complète), la cannelure étant parfois réalisée sur l'arbre même. Mais on trouve des exemples d'utilisation où la vis a un degré de liberté en translation sur son axe (arbre cannelé, à méplat, etc.) ainsi que des exemples de liaison temporaire (la vis est « débrayable »).

- **Avantage :**

Ce type de mécanisme permet de fortes réductions de vitesse.

- **Inconvénient :**

Nécessite une construction particulière (vis-dents) de la roue

Dans notre cas cette solution ne répandre pas aux contrainte esthétique, et aussi le rendement est faible.

### III.2.1.2) Système à vérin :

Un vérin pneumatique ou hydraulique sert à créer un mouvement mécanique, et consiste en un tube cylindrique (le cylindre) dans lequel une pièce mobile, le piston, sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l'une de l'autre. Un ou plusieurs orifices permettent d'introduire ou d'évacuer un fluide dans l'une ou l'autre des chambres et ainsi déplacer le piston.

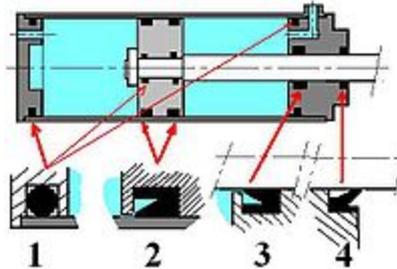


Figure III.6 : Vérin [32].

- **Avantage :**

- Facilité de transmettre la puissance.
- Bonne force mécanique.
- Bonne rigidité.

- **Inconvénient :**

- Difficile de contrôler.
- Peu précis.
- Il a besoin d'un pilote.

Dans notre cas le système à vérin n'est pas la bonne solution, parce qu'on a besoin d'une grande précision à une petite distance, et aussi le système à vérin est compliqué à utiliser par l'utilisateur.

### III.2.1.3) Système vis plus écrou :

Le système vis-noix, parfois appelé système vis-écrou, est un mécanisme d'entraînement en translation. Il se compose d'une tige filetée, la vis, et d'une pièce comportant un filetage intérieur, la noix (ou écrou). Trois conceptions sont possibles :

- premier cas : on fait tourner la vis pour entraîner la noix en translation :
  - la tige filetée est entraînée en rotation autour d'un axe fixe par rapport au bâti de la machine,
  - la noix est guidée en translation par rapport au bâti ;
- deuxième cas : on fait tourner l'écrou pour entraîner la vis en translation ;
- troisième cas : l'écrou est fixe par rapport au bâti ; la vis avance ou recule lorsqu'on la fait tourner.



Figure III.7 : Vis écrou [33].

- **Avantage :**

Ce type de mécanisme permet de combiner le mouvement de rotation et celui de translation et permet des ajustements fins.

- **Inconvénient :**

Problèmes de guidage soit en rotation soit en translation. Lenteur du système à moins d'avoir un pas de vis (distance séparant deux enroulements consécutifs) important.

Dans notre cas le système vis écrou est la bonne solution, car ce système transforme le mouvement de rotation de moteur en mouvement de translation de la table avec une précision, et pour le problème de guidage en rotation de la vis on ajoute un roulement à bille, et en translation de l'écrou on ajoute une tige de guidage.



Figure III.8 : vis écrou et tige de guidage [34].

### III.2.2) Pour le soulèvement de la table :

#### III.2.2.1) Système à vérin électrique :

Le vérin électrique fonctionne grâce à un moteur. Le vérin électrique permet de lever de lourdes charges en utilisant un système vis-écrou ce qui facilitera le levage et réduira le temps nécessaire pour effectuer ce levage.



Figure III.9 : Vérin électrique [35].

Les vérins électriques utilisent le principe de la transformation d'un mouvement de rotation créée par un moteur électrique en un mouvement de translation grâce à un système mécanique de transformation de mouvement.

Ce type de vérin s'utilise comme vérin pneumatique, le contrôleur directionnel pour un vérin électrique fonctionne comme un électro distributeur, il est capable de contrôler le mouvement à l'aide de signaux tout ou rien.

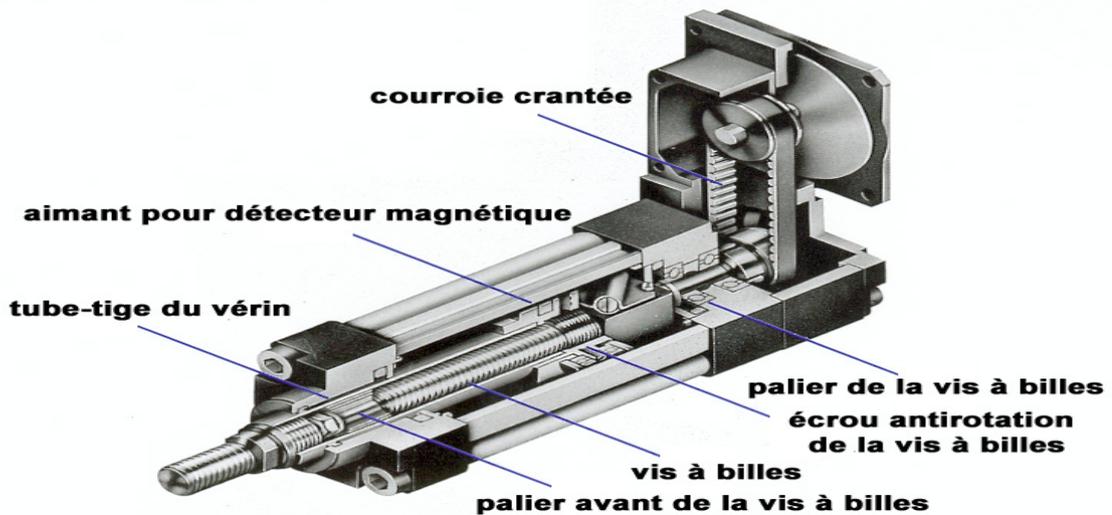


Figure III.10: Composant de vérin électrique [36].

- **Avantage :**

Le vérin électrique est plus facile à mettre en œuvre ce qui garantit une facilité d'utilisation, une rapidité d'exécution très élevée, un temps de réponse très rapide, une robustesse ainsi qu'une bonne fiabilité. Les résultats sont également satisfaisants et celui-ci possède un mécanisme permettant de réduire le volume sonore lors de l'utilisation.

Enfin, ce vérin utilise un moteur électrique ce qui lui permet d'être propre (pas de liquide à vidanger comme sur le vérin hydraulique), d'avoir une consommation électrique réduite mais aussi de bénéficier d'une facilité de maintenance.

Dans notre cas le vérin électrique tout ou rien est la meilleure solution, car cette solution assure l'animation de table qui porte les clés avec un minimum de pollution, une facilité à l'utiliser. Pour supporter les efforts d'usage, on utilise deux amortisseurs entre les étaux et la table.

### III.3) Choix de la machine et ses éléments:

Si on observe de l'angle de la facilité de la fabrication et d'utilisation on déduira que tous les solutions proposées précédemment sont adéquats notre projet. Mais on se basant sur les

informations acquises dans la recherche bibliographique et l'analyse fonctionnelle, on remarquera que "la table avec vis et écrou plus la table avec un vérin électrique plus un ressort amortisseur, une glissière et les étaux " est la solution la plus performante, elle permet d'automatiser l'usinage de la clé.

Et c'est de cette manière qu'on a défini l'ensemble du projet. Il adoptera l'étude de l'automatisation d'une machine à reproduire les clés plates et en croix.

Par suite, on définit le cahier de charge sur lequel on va se baser pour entamer notre travail.

### III.4) Cahier de charge :

- **Objectif :**

L'objectif du cahier de charge suivant est de définir les dimensions et le travail que doit fournir la machine à concevoir. En les fixant on pourra entamer les calculs.

- **Description fonctionnelle de la machine à concevoir :**

- Cout le moins cher possible.
- Une machine à reproduire les clés plates JMA ECOU.
- Temps d'usinage est fixé à 1 min.
- Moteur électrique à double sens sa vitesse de rotation est fixé à 26 tr/min, le couple est fixé 180 Ncm.
- Tige fileté de diamètre 8 mm et de longueur 200 mm.
- Tige de guidage de longueur 200 mm.
- Table plus écrou de dimension 170x140x10 mm.
- Fin de course est placé dans la position finale de la table.
- Fin de course est placé dans la position initial de la table.
- Table de dimension 140x100x10 mm.
- Glissière de 60 mm.
- Ressort et amortisseur  $x_0=15$  mm.
- Vérin électrique.

### III.5) Principe de fonctionnement de notre machine :

Après le branchement de la machine à l'alimentation électrique et le montage des deux clés, on va appuyer sur le bouton « star » de démarrage, cette action assure la rotation de premier et deuxième moteur, et l'excitation de vérin donc le soulèvement de la seconde table est assuré. Alors, le guide touche la clé, donc la fraise tourne.

La rotation de second moteur fait tourner la tige filtré, alors l'écrou se translate pour la translation de la première table selon l'axe x, la sa commence l'usinage jusqu'à que la table touche la fin de course, alors le sens de rotation de deuxième moteur est changé, le

déplacement de l'écrou est de 70 mm. La première table est guidée par une tige de guidage et un roulement à bille.

Lorsque le sens de rotation change, la direction de translation aussi change dans la direction inverse, pour la rectification d'usinage.

Après l'usinage et la rectification de la clé on appuie sur le bouton « off ».

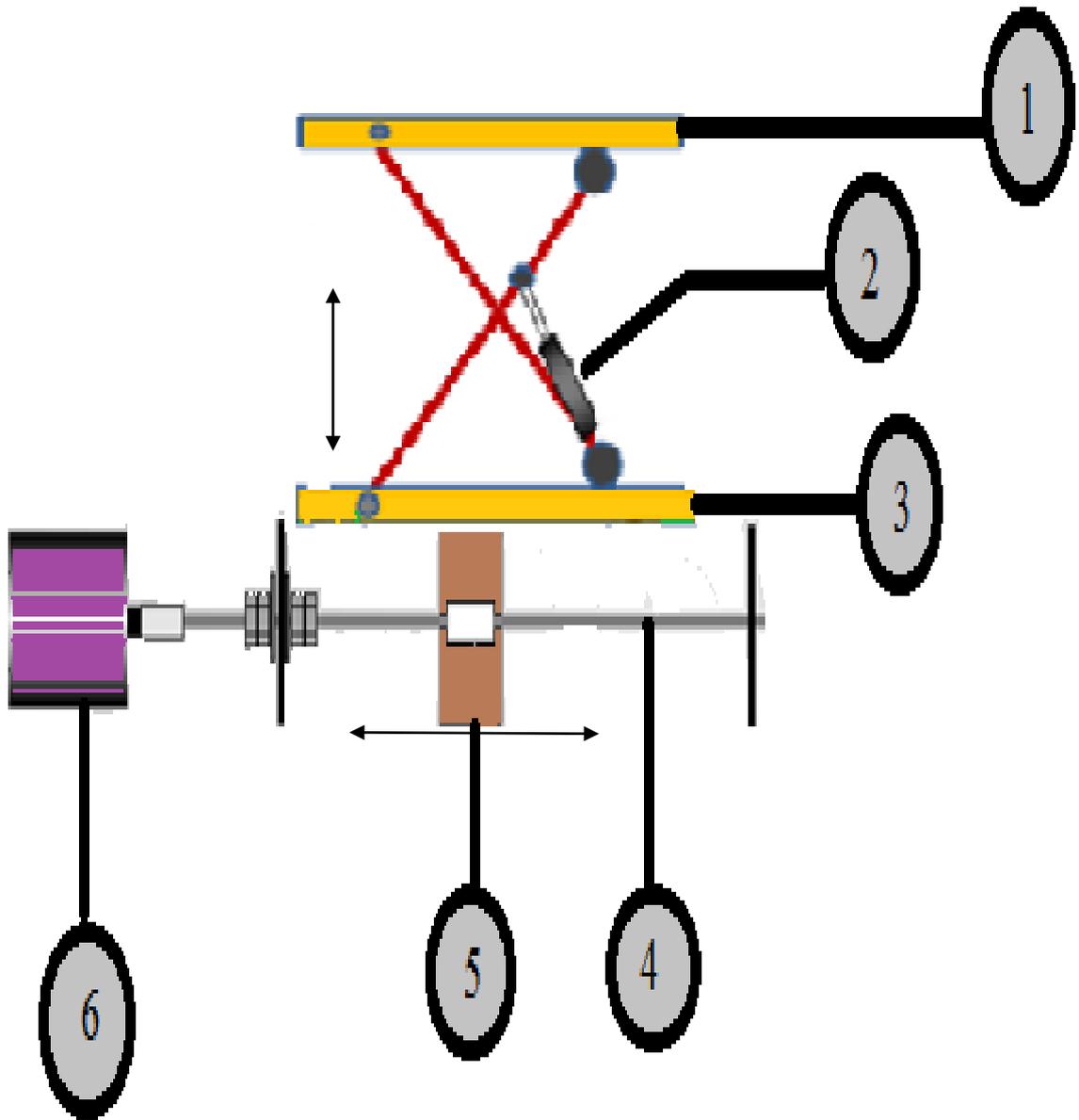


Figure III.11: Schéma simplifié de système.

- 1) Deuxième table.
- 2) Vérin électrique.
- 3) Première table.
- 4) Tige filetée.
- 5) Erou.
- 6) Moteur électrique.

III.6) Etude cinématique de système :

III.6.1) Etude cinématique de la table :

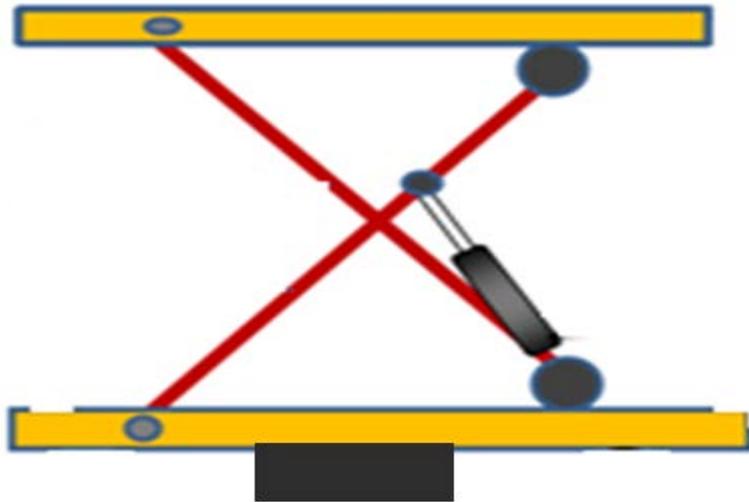


Figure III.12: Table plus vérin.

Le schéma cinématique 2D de la table nous permet d'identifier les principales liaisons entre les éléments de conception de la table pour mieux comprendre son fonctionnement :

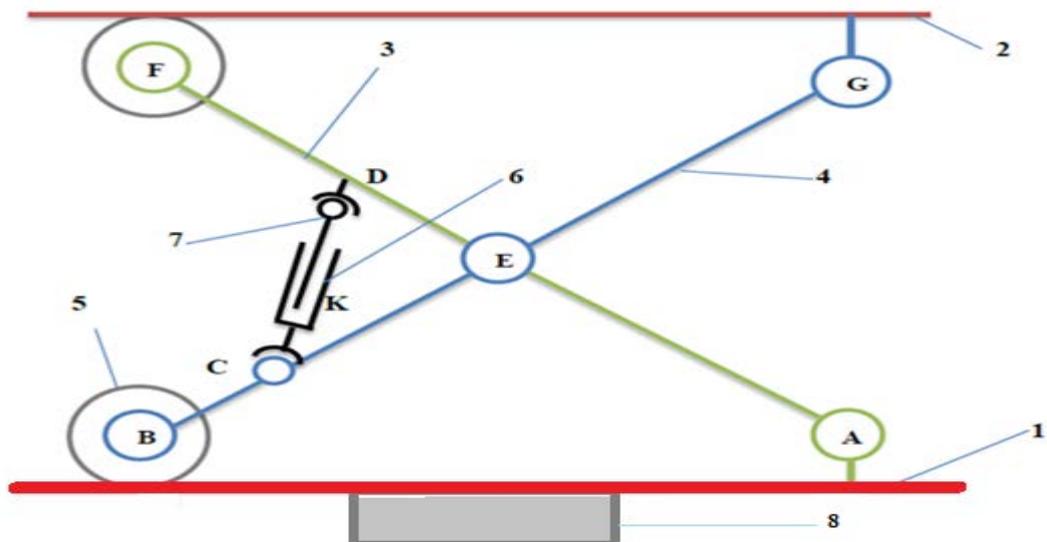


Figure III.13 : schéma cinématique de la table.

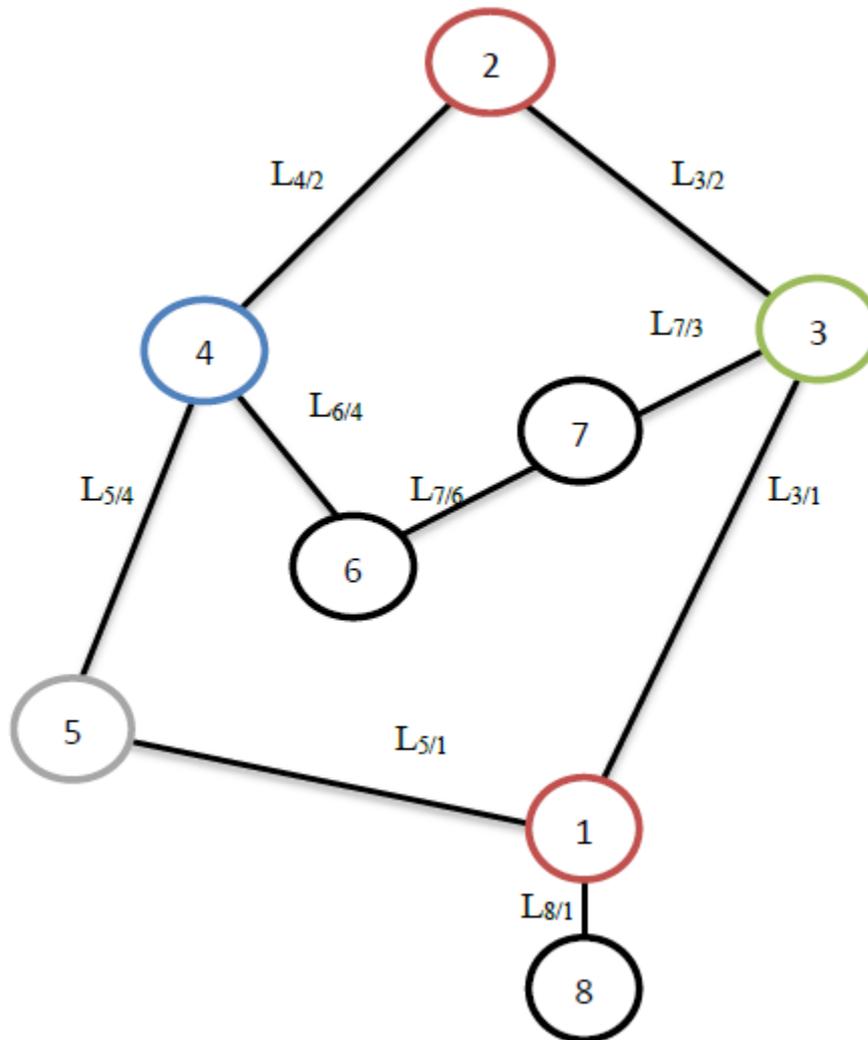


Figure III.14 : Graphe de liaison.

Liaison	Types	Axes
$L_{8/1}$	Encastrement	/
$2 L_{5/1}$	Couple supérieur	X
$L_{3/1}$	articulation	(C ; Z)
$L_{7/6}$	pivot	(K ; EF)
$L_{7/3}$	pivot	(F ; Z)
$2 L_{5/4}$	pivot	(D ; Z)
$L_{6/4}$	pivot	(E ; Z)
$L_{3/2}$	pivot	(I ; Z)
$L_{4/2}$	pivot	(H ; Z)

Tableau III.2: Table de liaisons.

### • Calcul de la mobilité :

D'après le critère de KUTZBACH pour les mécanismes plans. On a :

$$m = 3(n-1) - 2j_1 - j_2$$

Avec :

- $m$  : degré de liberté du mécanisme.
- $n$  : nombre d'éléments. ( $n=8$ )
- $J_1$  : nombre de liaison à 1 degré de liberté. ( $J_1=9$ )
- $J_2$  : nombre de liaison à 2 degré de liberté. ( $J_2=2$ )

A.N :

$$m = 3 \times (8 - 1) - 2 \times 9 - 2 = 1$$

### III.6.2) Objectif de l'étude fonctionnel de la table :

L'étude cinématique des mécanismes en générale nous permet de mieux comprendre leurs fonctionnements et leurs systèmes constituants. Dans notre cas de la table cette étude nous mènera à :

- Déterminer les liaisons mécaniques entre les éléments constituants la table afin de définir les pièces qu'on nécessite pour la fabrication.
- Mieux comprendre le fonctionnement de la table.
- Déterminer les efforts auxquels sont soumis ces éléments.
- Dimensionner les éléments de la table.
- Déduire l'effort dont le vérin doit fournir soulever une charge.

### III.7) Dimensionnement de la table :

#### III.7.1) Détermination des longueurs et angles :

Avant de commencer la détermination des longueurs et des angles des éléments de la table, il faut définir les longueurs entre les appuis. Soit les deux schémas suivants indiquant les deux positions haute et basse de la table.

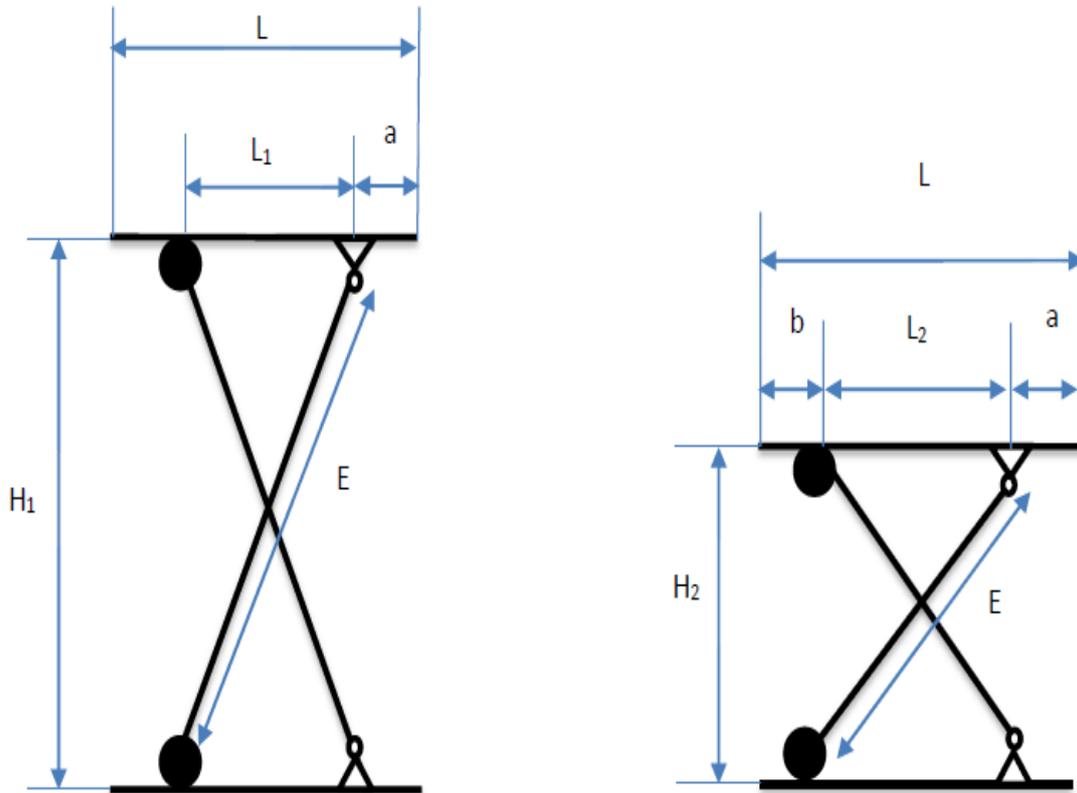


Figure III.15: Les positions de la table.

Avec :

$$L = 140 \text{ mm}$$

$$H_1 = 130 \text{ mm}$$

$$H_2 = 30 \text{ mm}$$

$$L_1 = 40 \text{ mm}$$

Le théorème de Pythagore nous permet de calculer la longueur du ciseau la position maximum notée (E) :

$$E = \sqrt{(L_1^2 + H_1^2)} \dots (1) \quad \Rightarrow \quad E = 136.014 \text{ mm} = 136 \text{ mm}$$

Donc pour soulever à une distance  $H_1 = 130 \text{ mm}$ , il faut avoir un bras de  $136 \text{ mm}$ .

Maintenant il reste à déterminer la même valeur de (E) calculée précédemment soit :

$$E = \sqrt{(L_2^2 + H_2^2)} \dots (2) \quad \Leftrightarrow \quad \sqrt{(L_2^2 + H_2^2)} = \sqrt{(L_1^2 + H_1^2)}$$

$$\text{Sachant que : } L_2 = L - (a + b) \dots (3)$$

On remplace :  $\sqrt{(L_1^2 + H_1^2)} = \sqrt{([L-(a+b)]^2 + H_2^2)}$

$$\Rightarrow a+b = L - \sqrt{(L_1^2 + H_1^2 - H_2^2)}$$

$$\Rightarrow a+b = 7.33 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$$

On remplaçant dans (3) on aura:  $L_2 = 132.67 \text{ mm} = 132 \text{ mm}$

On posera alors :  $a=3 \text{ mm}$  et  $b=5 \text{ mm}$

### III.7.1.1) Détermination des longueurs et angles à la position maximale :

Avec :

$$L_1 = 40 \text{ mm}$$

$$E = 136 \text{ mm}$$

$$M = 40 \text{ mm}$$

$$D = 80 \text{ mm}$$

$$H_1 = 130 \text{ mm}$$

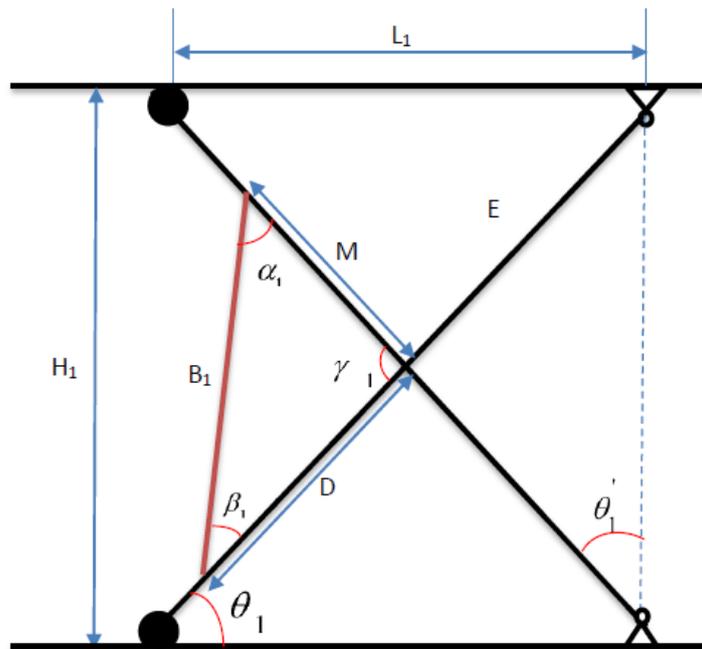


Figure III.16: Position haute de la table.

- Calcul de  $\gamma_1$  :

On a  $\gamma_1 = 180^\circ - (2\theta_1')$  mais on sait que :

$$\theta_1' = 180^\circ - (90^\circ + \theta_1) = 22^\circ$$

Avec :  $\sin\theta_1 = H_1/E \quad \Rightarrow \quad \theta_1 = 72.91^\circ = 72^\circ$

Alors :  $\gamma_1 = 180^\circ - (2 \times 22^\circ) = 136^\circ$

• **Calcul de  $B_1$  la longueur du vérin à la position maximal :**

Pour calculer  $B_1$  on utilise la règle de cosinus :

$$B_1^2 = M^2 + D^2 - 2MD \cos \gamma_1 \quad \Rightarrow \quad B_1 = 112.26 \text{ mm} = 112 \text{ mm}$$

• **Calcul de  $\alpha_1$  et  $\beta_1$  :**

Règle des sinus :

$$M/\sin \beta_1 = D/\sin \alpha_1 = B_1/\sin \gamma_1$$

On trouve:  $\beta_1 = 14.36^\circ$  et  $\alpha_1 = 29.74^\circ$

**III.7.1.2) Détermination des longueurs et angles à la position basse :**

Avec :

$$H_2 = 30 \text{ mm}$$

$$L_2 = 132 \text{ mm}$$

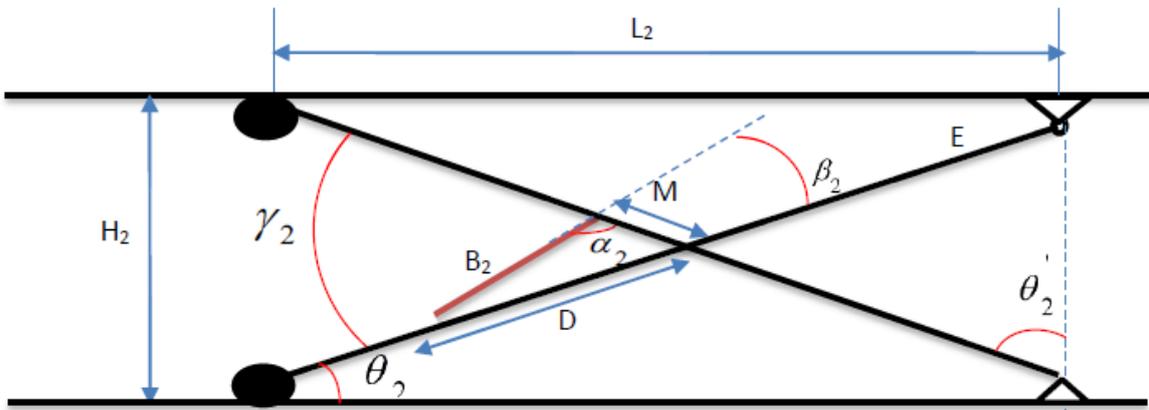


Figure III.17 : Position basse de la table.

En utilisant la même méthodologie de calcul dans la position max de la table on trouvera les résultats suivants :

$$\theta_2 = 12.74^\circ$$

$$\theta_2' = 79.1^\circ$$

$$\gamma_2 = 21.8^\circ$$

$$B_2 = 45.36 \text{ mm}$$

$$\beta_2 = 19.11^\circ$$

$$\alpha_2 = 50^\circ$$

#### III.7.1.3) Détermination de la course du vérin :

La course du vérin qu'on note C est égale à :

$$C = B_1 - B_2 = 112 - 45.36$$

$$C = 66.64 \text{ mm}$$

#### III.8) Dimensionnement mécanique des éléments de la table :

Dans cette partie d'étude nous allons calculer les résistances des éléments constituant la table susceptible de supporter la charge à soulever dans cette section nous allons calculer la résistance de :

- La plateforme de la table.
- Les ciseaux de la table.
- L'axe d'articulation de ciseaux.
- Les tiges de fixation du vérin.

##### III.8.1) Dimensionnement de la plateforme de la table :

La plateforme est constituée d'un cadre de profilé de soudages traversé par quatre traverses qui sont du même type de profilés. L'ensemble constituant un rectangle qui est la surface de la plateforme. La figure suivante illustre la plateforme de la table :

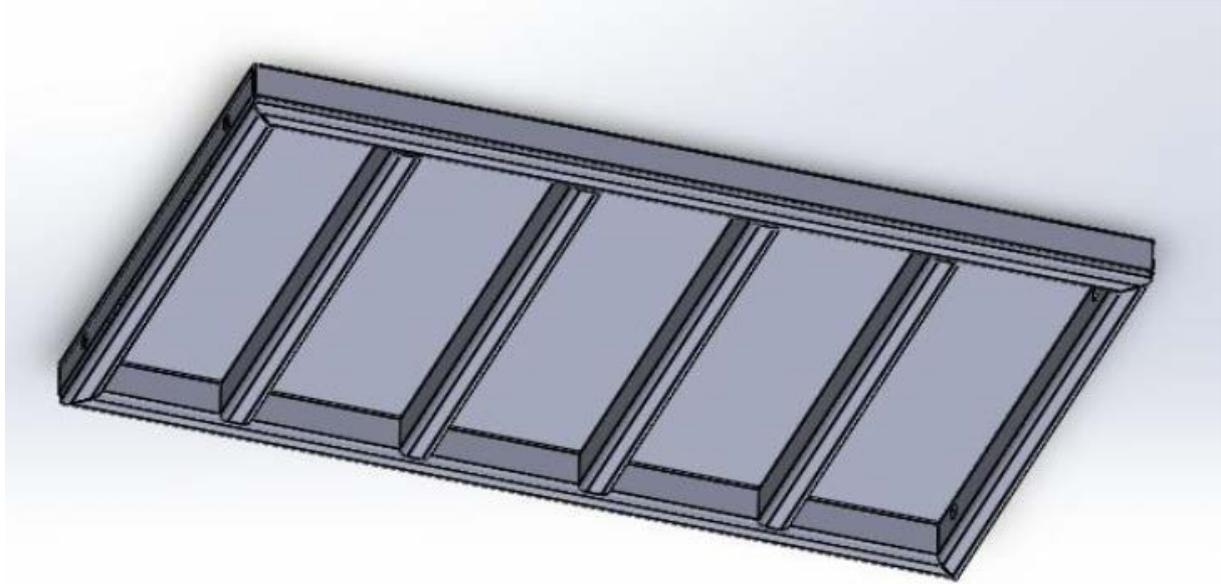


Figure III.18: Plateforme de la table.

L'ensemble des six traverses et les deux profilés latéraux constituent le corps de la plateforme il est directement appuyés sur les ciseaux de la table, donc dimensionner les traverses revient à dimensionner la plateforme. Nous considérons la charge étant appliquée au milieu de la plateforme.

La masse totale est de  $250 \text{ g} = 0.25 \text{ kg}$

Alors :  $P = 2.5 \text{ N}$

Soit le schéma suivant indiquant les efforts sur les traverses :

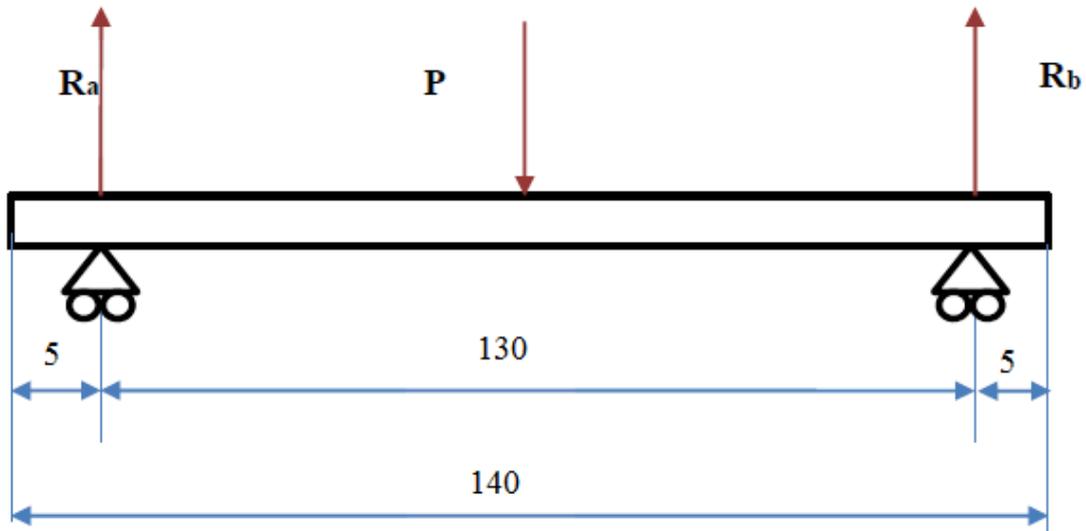


Figure III.19 : Schéma d'effort sur les traverses.

- **Calcul des réactions :**  
 $R_a = R_b = P/2 = 1.25 \text{ N}$
- **Diagramme des efforts tranchant et moment fléchissant :**

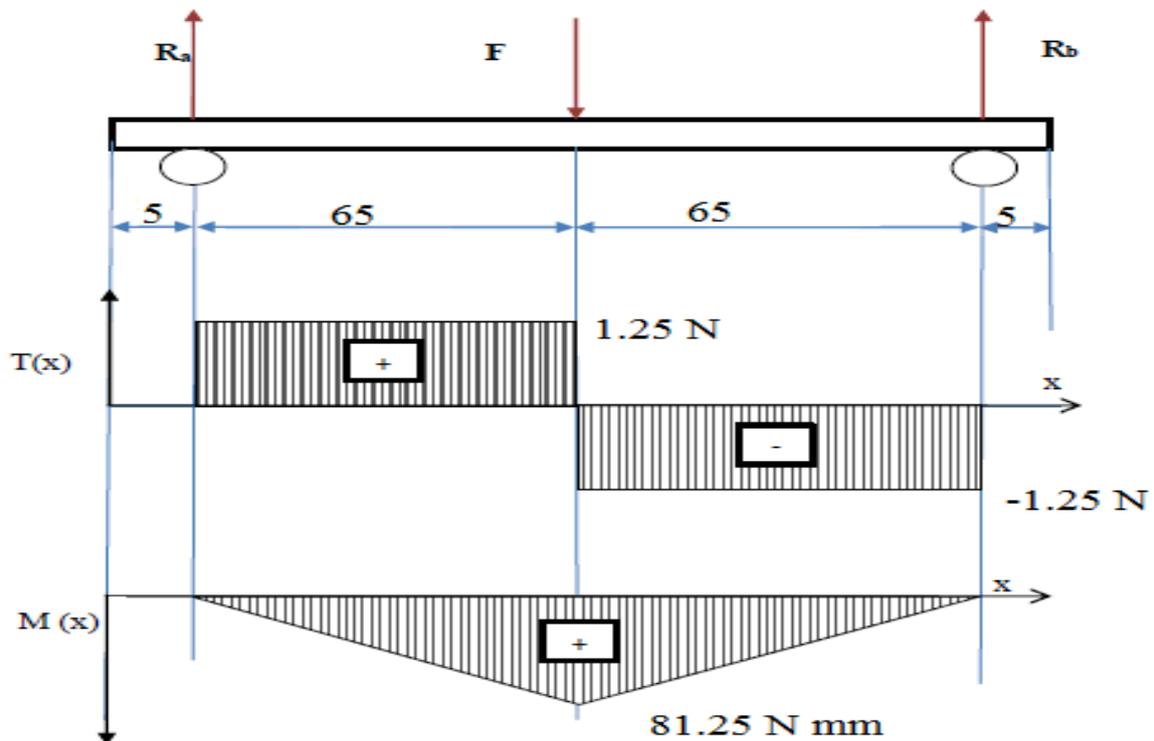


Figure III.20: Diagramme des efforts tranchant et moment fléchissant.

Le moment fléchissant max est :  $M_{f \max} = 81.25 \text{ N mm}$

Acier S 355 :  $Re = 355 \text{ MPa}$

En posant un coefficient de sécurité  $s = 2$

Alors :  $\sigma_{adm} = Re/s = 177.5 \text{ MPa}$

• **Condition de résistance :**

$$\sigma_{adm} \leq M_{f \max} / W_f \quad \Leftrightarrow \quad W_f \geq M_{f \max} / \sigma_{adm}$$

$$W_f = I/V \quad \Leftrightarrow \quad I/V \geq M_{f \max} / \sigma_{adm}$$

$$W_f \geq 0.457 \text{ mm}^3 = 4.57 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$$

On prend:  $W_f = 5 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$

On pose un profilé de soudage rectangulaire de (7x4x1)

• **Calcul de la longueur des cordons de soudure pour les traverses :**

Le schéma suivant montre l'emplacement des cordons de soudures dans une des traverses de la table.

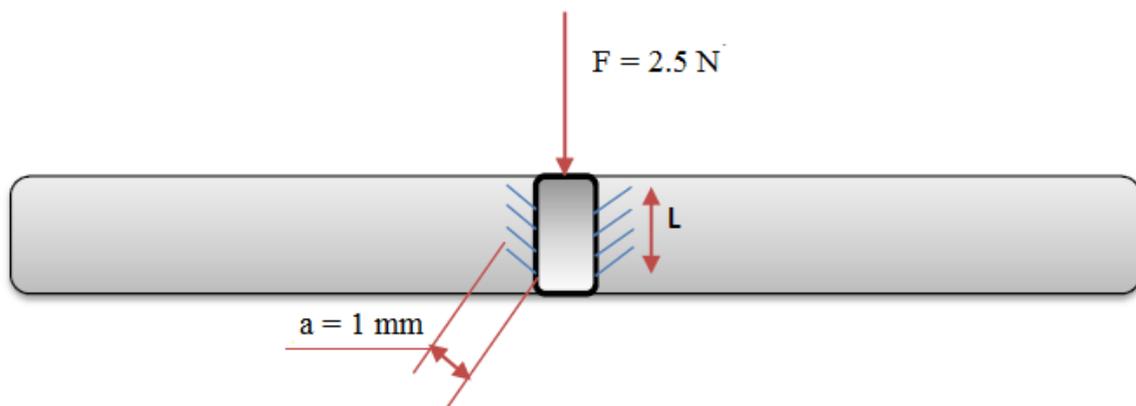


Figure III.21 : Schéma simple du positionnement des cordons de soudure sur une traverse.

Pour vérifier la résistance des cordons de soudure des traverses reliées au cadre, on utilise la vérification suivante :

$$F_{wsd} \leq F_{wrd} \dots (5)$$

$F_{wsd}$  : effort revenant à chaque cordon de soudure, elle a pour expression :

$$F_{wsd} = N_{tsd}/n$$

$N_{tsd}$  : effort exercé sur le cordon.

$n$  : le nombre de cordons.

$F_{wrd}$  : effort résistant revenant à chaque cordon de soudure.

Il vaut :

$$F_{wrd} = (a+L) \times (F_u/\sqrt{3}) \times (1/\beta_u \gamma_{Mw})$$

Avec:

Acier	$F_u$	$\beta_u$	$\gamma_{Mw}$
S 235	360	0.8	1.25
S 275	430	0.85	1.3
S 355	510	0.9	1.35

Tableau III.3: Calcul Euro-code de  $\beta_u$  et  $\gamma_{Mw}$  [8].

Le matériau des profils des profilés des traverses est supposé S355 dans nos calculs et sachant que chaque traverse et soudée dans ces deux cotés par rapport au cadre, soumise à un effort :

$$N_{tsd} = F/S$$

$$S = 2 \times 4 \times 1$$

$$N_{tsd} = 0.3125 \text{ N/mm}$$

$$L \geq \sqrt{3} N_{tsd} \beta_u \gamma_{Mw} / a \text{ n } F_u$$

$$L \geq 6.44 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

$$\text{On prend : } L = 6 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

### **III.8.2) Dimensionnement des bras du ciseau :**

Les ciseaux mises en place dans la constitution de la table sont des profilés de soudage rectangulaire similaires aux traverses de la plateforme. Il reste à définir le dimensionnement de ces derniers pour qu'ils supportent la charge.

Tout d'abord il est à noter que la taille réelle du profilé du ciseau vaut E= 120 mm du 136 mm

Déterminée dans la première partie du calcul, en ajoutons les rayons des galets et de support de pivotement on aboutira à la valeur 136 mm.

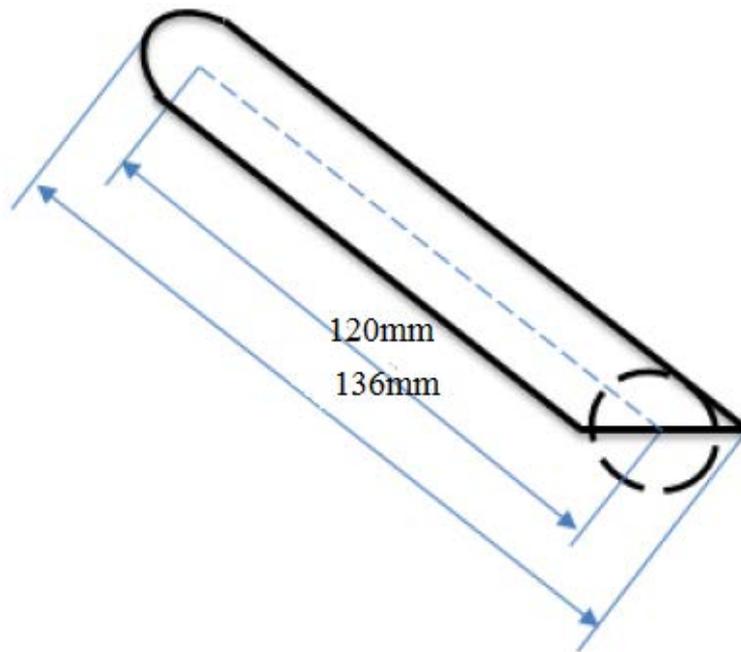


Figure III.22: Le bras de ciseau.

Pour dimensionner notre profilé, notre hypothèse est comme suite : on le suppose en position horizontale, qui est la position critique, revient à prouver que le profilé est capable de résister aux positions de la table, le schéma suivant indique le repositionnement de la charge appliquée sur l'un des ciseaux :

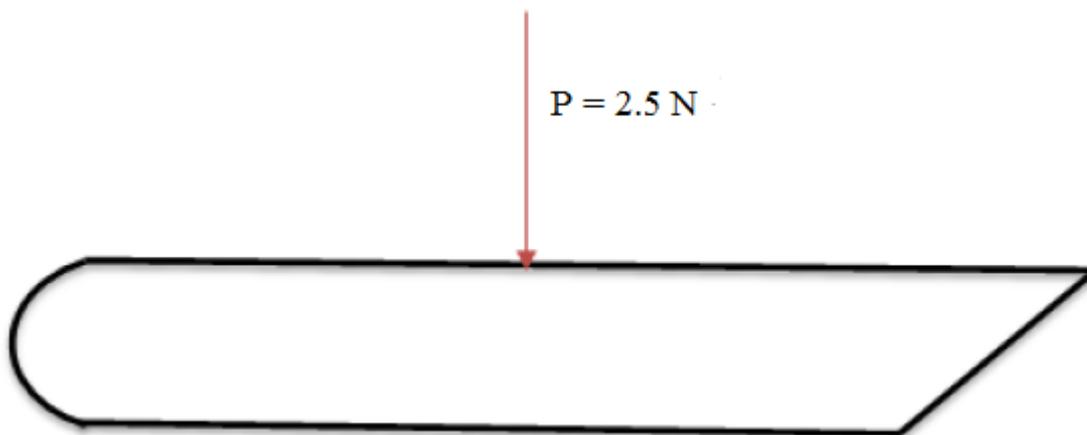


Figure III.23 : Effort sur le ciseau en position critique.

Modélisons les efforts sur le ciseau en ce schéma suivant :

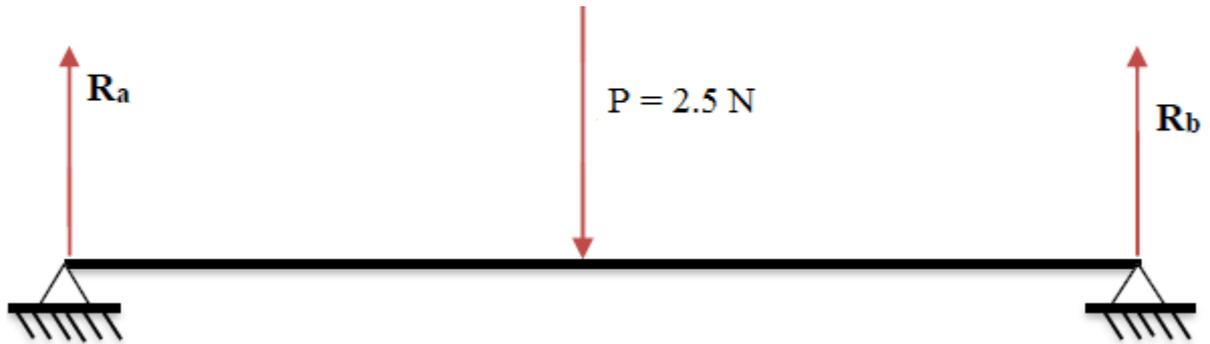


Figure III.24 : Schéma d'effort sur le ciseau.

- **Calcul des réactions :**

$$R_a = R_b = P/2 = 1.25\text{ N}$$

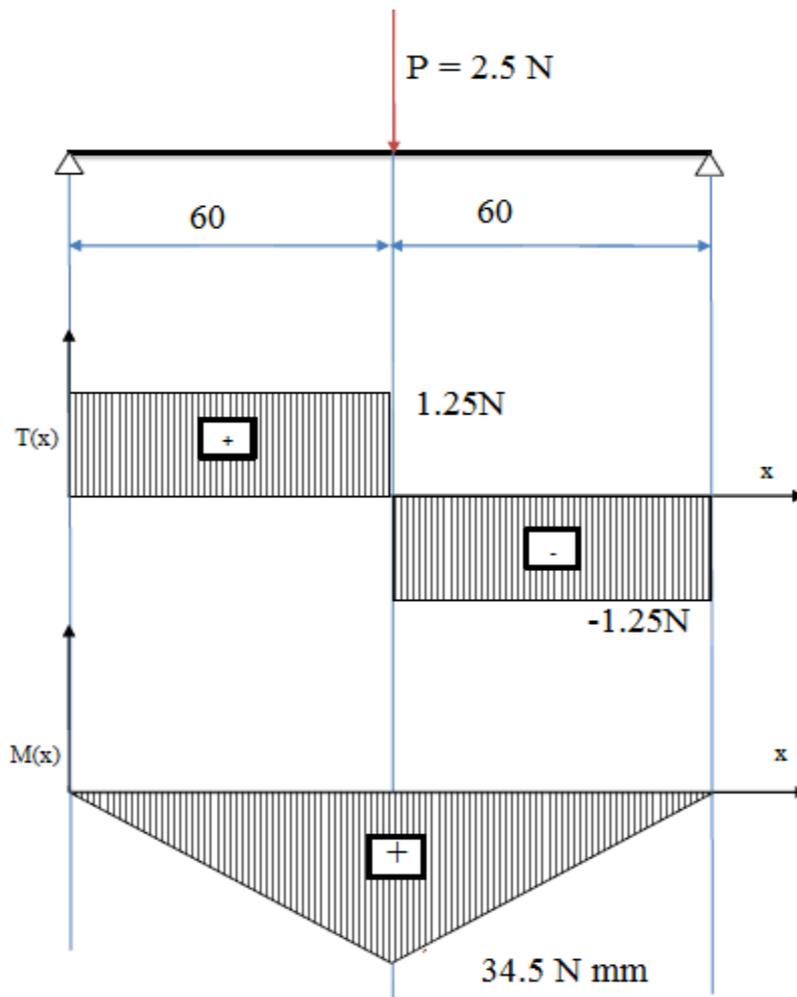


Figure III.25 : Diagramme des efforts tranchant et moment fléchissant.

### III.8.3) Calcul du diamètre des tiges de fixation du vérin :

Pour fixer le vérin on utilisera deux tiges parallèles qui ont le même diamètre que la force du vérin et la même en tirant et on poussant, la figure suivante montre l'emplacement du vérin :

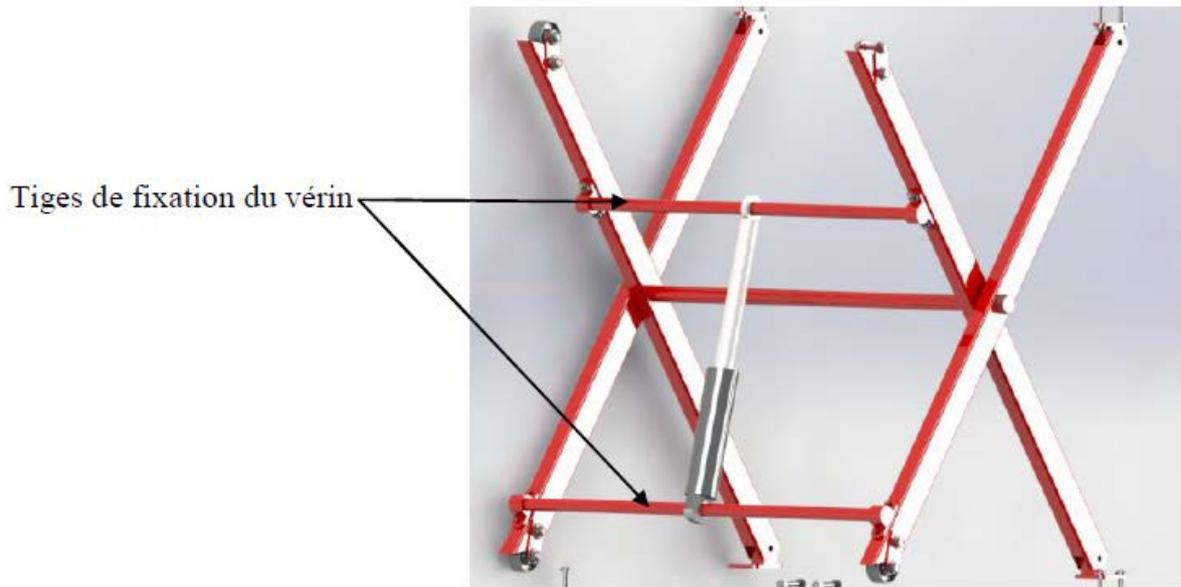


Figure III.26: Tige de fixation du vérin.

Les deux tiges sont soumises à la flexion simple, soit le schéma suivant indiquant l'effort auquel elle est soumise l'une de ces tiges :

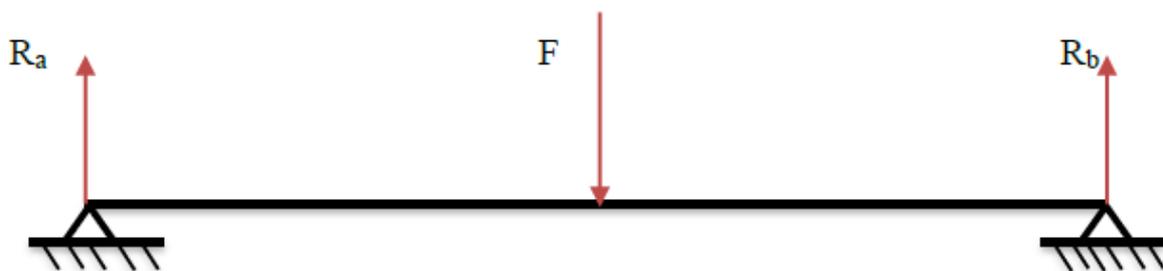


Figure III.27 : Schéma d'effort sur la tige.

En suivant la même méthodologie de calcul que les précédents on trouvera que :

$$R_a = R_b = 1.25 \text{ N}$$

$$M_{f \max} = 81.25 \text{ N mm}$$

En appliquant la condition de résistance :

(Sachant que :  $\sigma_{adm} = 177.5 \text{ N/mm}^2$ )

$$W_f = I/V$$

$$I/V \geq M_{f \max} / \sigma_{adm}$$

$$d \geq 13.15 \text{ mm}$$

On prend :  $d = 15 \text{ mm}$

#### III.9) Etude cinématique de la vis :

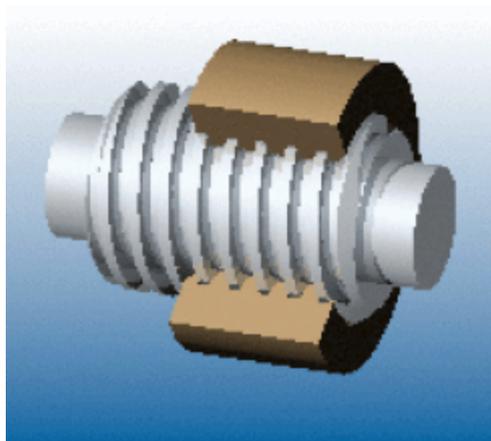


Figure III.28: Système vis-écrou [37].

Le schéma cinématique 2D de la vis nous permet d'identifier les principales liaisons entre les éléments de conception de la vis pour mieux comprendre son fonctionnement :

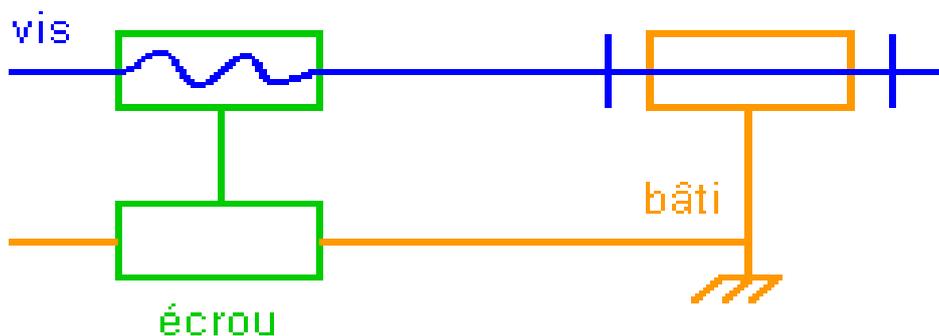


Figure III.29 : Schéma cinématique vis-écrou.

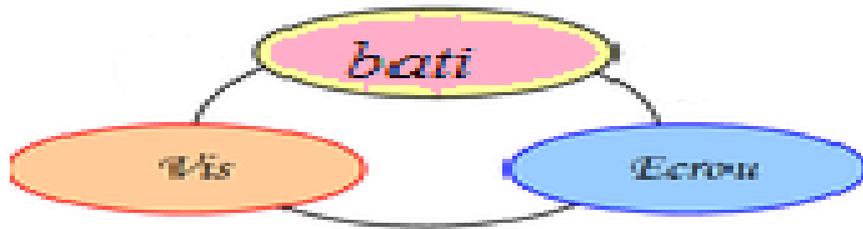


Figure III.30 : Graphe de liaison vis-écrou.

Un système vis-écrou peut être représenté par le schéma ci-contre :

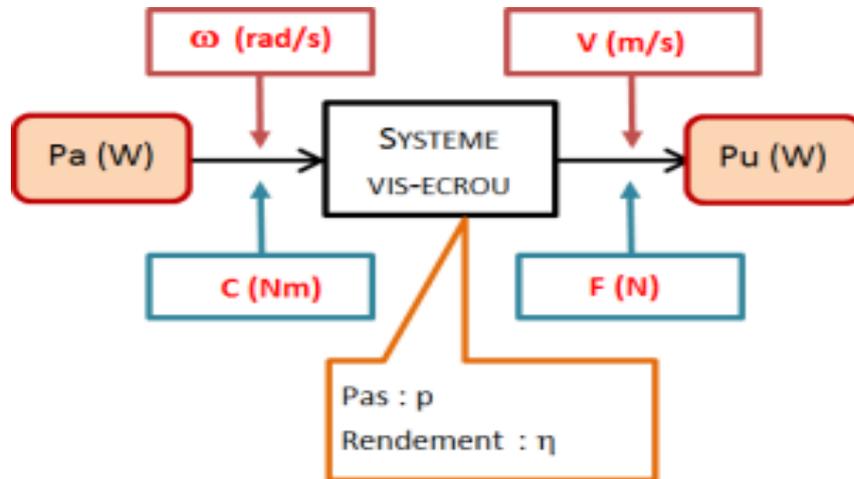


Figure III.31 : Flux du système vis-écrou.

- **Entrée** : énergie de **rotation**, caractérisée par une vitesse angulaire  $\omega$  et un couple  $C$ .
- **Sortie** : énergie de **translation**, caractérisée par une vitesse linéaire  $V$  et une force  $F$ .

**Paramètre :**

- Le **pas** : déplacement relatif pour une rotation d'un tour dans notre cas on prend un pas de 1.5 mm.
- Le **rendement** : faible pour une vis à billes, important pour une vis classique dans notre cas on suppose un rendement de 87%.

Quelques dimensions normalisées de filets trapézoïdaux <sup>2</sup>		
Diamètre nominal $d$ (mm)	Pas $p$ (mm)	
	Recommandé	autre
8	1,5	—
10	2	1,5
12	2	1,5
16	3	2
20	3	2 ; 4
25	4	3 ; 5
32	6	4
40	6	4 ; 8
50	8	5 ; 10
63	8	5 ; 12
80	10	5 ; 16

100	12	6 ; 20
-----	----	--------

Tableau III.4: Table de filetage métrique ISO [22].

**Grandeurs de flux :**

L'écrou avance d'un pas pour 1 tour de vis, soit  $2\pi$  radians.

On obtient ainsi une longueur parcourue :

$$L = p \cdot \frac{\alpha}{2 \cdot \pi}$$

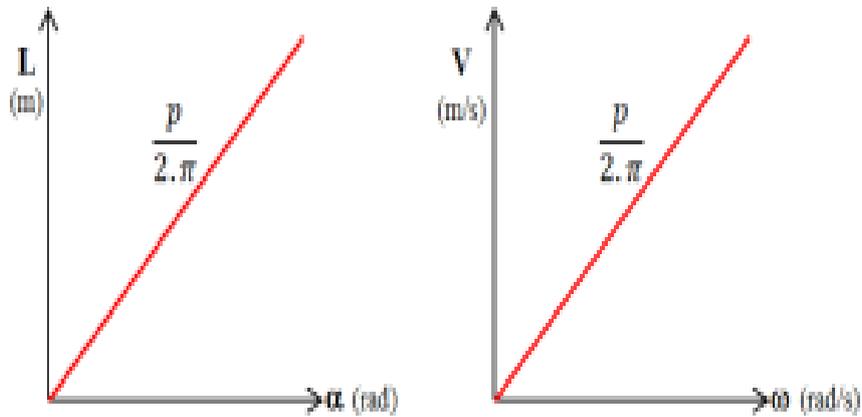


Figure III.32 : Vis-écrou grandeur de flux.

En divisant par le temps, on obtient la relation entre les vitesses.

$$V = \frac{p \cdot \omega}{2 \cdot \pi}$$

On en tire l'équivalence entre la vitesse de rotation en tours par minute et la vitesse angulaire en radians par seconde. Un tour par minute équivaut à  $2\pi/60$ .

Donc  $V = P \times N$

Alors  $V = 39 \text{ mm/s}$ .

**Grandeurs d'effort :**

Le système actionné en sortie demande un effort  $F$  qui va appeler un couple  $C$  à fournir en entrée.

La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près :

$$P_a = C \cdot \omega = \frac{F \cdot V}{\eta} \Rightarrow C = \frac{F \cdot V}{\eta \cdot \omega} = \frac{F \cdot p \cdot \omega}{\eta \cdot \omega \cdot 2\pi}$$

$$C = \frac{F \cdot p}{2 \cdot \pi \cdot \eta}$$

$$P = C \omega = 4900 \text{ watt}$$

$$F = C \omega \eta / V = 196753.84 \text{ N} = 196.7 \text{ KN.}$$

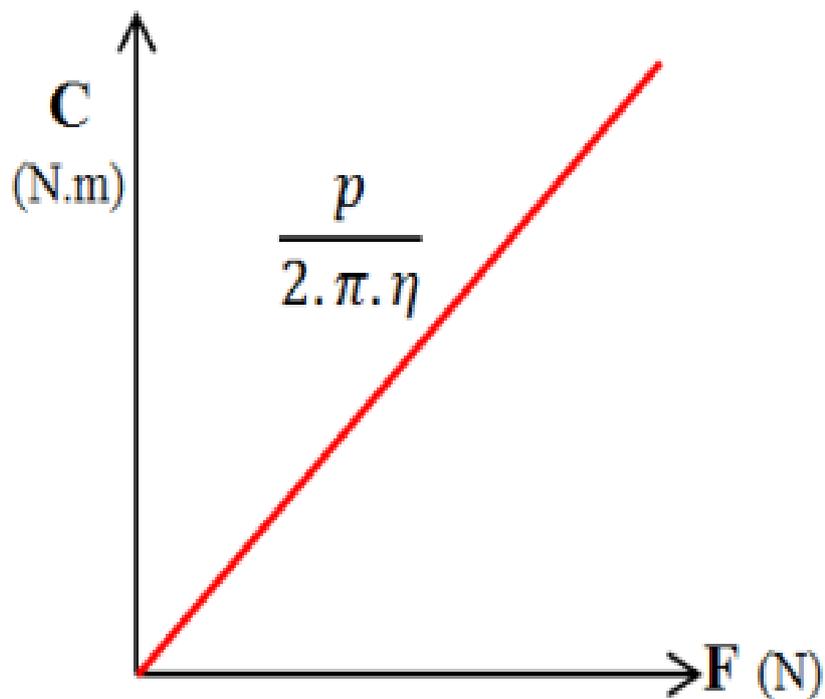


Figure III.33 : Vis-écrou grandeur d'effort.

*Chapitre IV :*  
*Présentation*  
*de la machine*  
*automatisée*

Dans ce chapitre, nous allons présenter le fonctionnement de la machine automatisé à partir de fonctionnement de la machine existante.

L'étude sera basé sur l'automatisation d'usinage, donc une amélioration le fonctionnement de la machine existante par la suppression de tous commandes manuelles.

#### **IV .1) Fonctionnement de la machine automatisée :**

- Pour des raisons de sécurité, la manipulation de clé s'effectue avec les moteurs arrêtés, l'interrupteur rouge en position d'arrêt et le voyant éteint. Les moteurs doit être mise en marche uniquement lors de la taille de la clé.
- Introduire la clé originale dans le mors gauche, en maintenant l'arrêt à une distance de 2 à 3 mm de bord du mors. Serrer le mors en maintenant le dos de la clé bien appuyé et aligné sur la base du mors. Introduire la clé brute à reproduire dans le mors de droite et avant de serrer le mors, lever le calibre et aligner les deux clés en veillant à ce que les deux pointes du calibre s'appuient fermement sur les arrêts supérieurs des deux clés. En suite, serrer le mors en maintenant le dos de la clé bien appuyé et aligné sur la base du mors.
- La clé originale et la clé brute à reproduire doivent être introduites par la partie gauche des mors correspondants. Dans le cas des clés avec un arrêt inférieur, veiller à ce que les arrêts inférieurs s'appuient fermement contre les butées internes des mors.
- Retirer le calibre et mettre la machine en marche et sa commence l'usinage. Alors, le vérin change de position basse à la position haute, la vis tourne avec le moteur d'entraînement donc l'écrou et la première table se déplacent avec une translation selon la première direction positive ( $x+$ ). Ce déplacement et le soulèvement de deuxième table par le vérin assure le contact palpeur-clé original et la fraise-clé brute, donc l'usinage est assuré jusqu'à la fin de course avec un déplacement de l'écrou de 70 mm.
- Quand la première table touche la fin de course le sens de rotation de moteur est changé, alors le système se déplace dans le sens négative ( $x-$ ). Alors, la partie de rectification d'usinage est commencé jusqu'à la position initiale de la première table.
- Lorsque la reproduction (l'usinage) est terminée, les moteurs sont remis en arrêt avec le retour de système à la position d'origine c.-à-d le vérin a la position bas et l'écrou a la position initial, et la fraise est en arrêt. Pius retirer les clés après avoir desserré les mors.

IV .2) Schéma simplifié de fonctionnement :

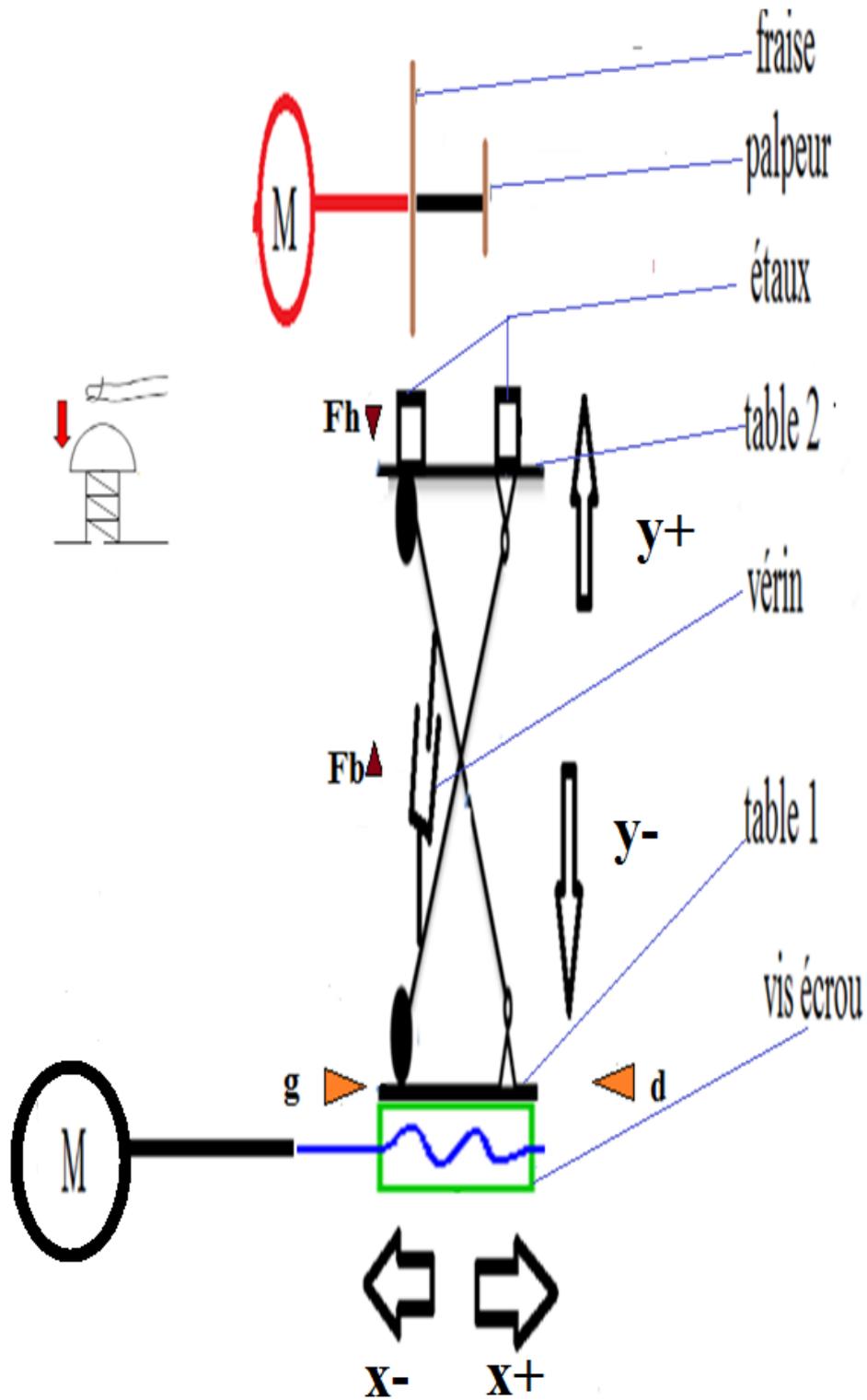


Figure IV.1 : Schéma de fonctionnement.

### IV .3) Le grafcet :

Le Grafcet (graphe fonctionnel de commande des étapes et translations) est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes. Il est dérivé du modèle mathématique des réseaux de Petri.

Le Grafcet est donc un langage graphique représentant le fonctionnement d'un automatisme par un ensemble :

- D'étapes auxquelles sont associées des actions.
- De transitions entre étapes auxquelles sont associées des conditions de transition (réceptivités).
- Des liaisons orientées entre les étapes et les transitions.

#### IV .3.1) le grafcet de système en translation :

Après appui sur départ cycle d'usinage « dcy », la table parte jusqu'à d pour un aller-retour.

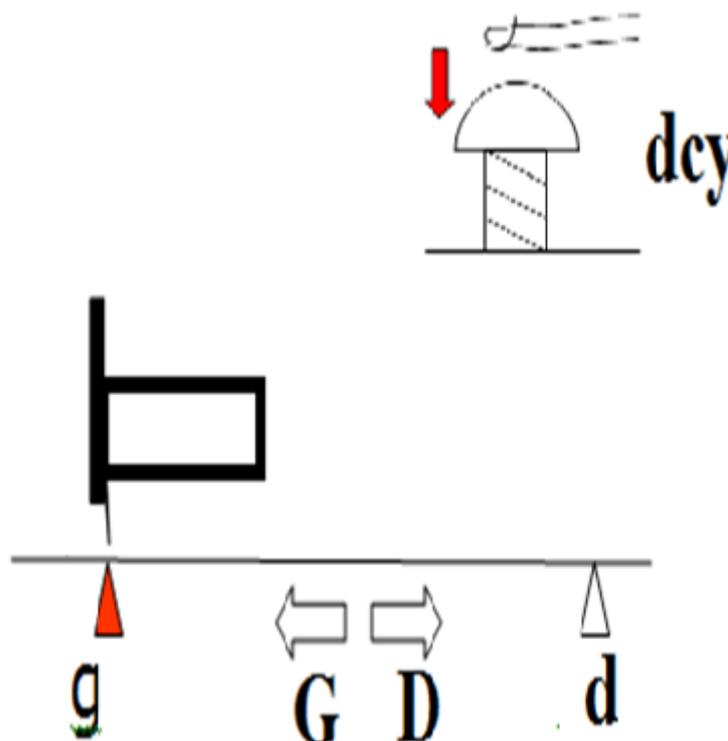


Figure IV.2 : Schéma de fonctionnement vis-écrou.

❖ **Grafcet point de vue système :**

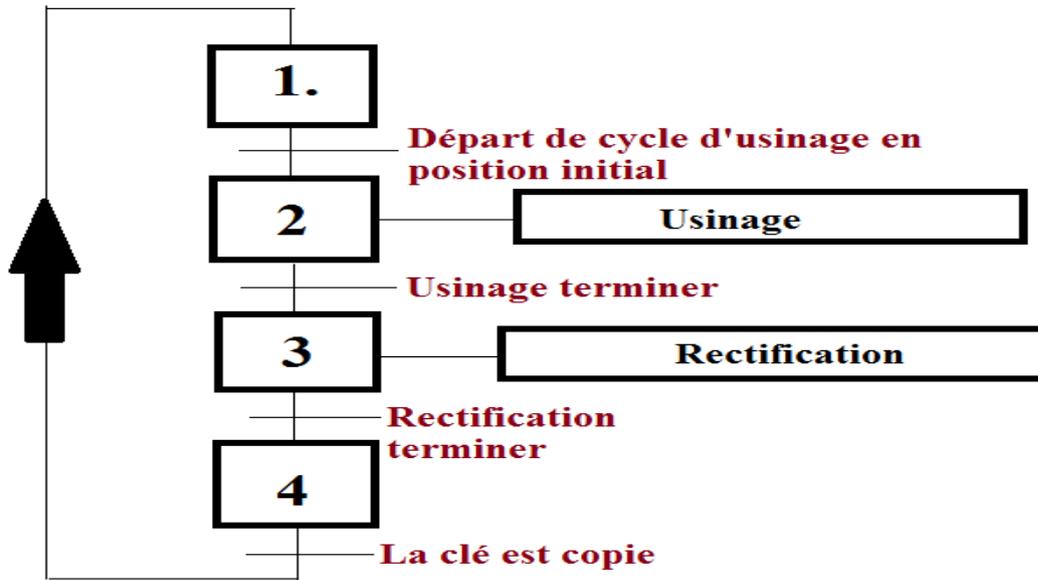


Figure IV.3 : le grafcet de système en translation point de vue système.

❖ **Grafcet point de vue partie opérative :**

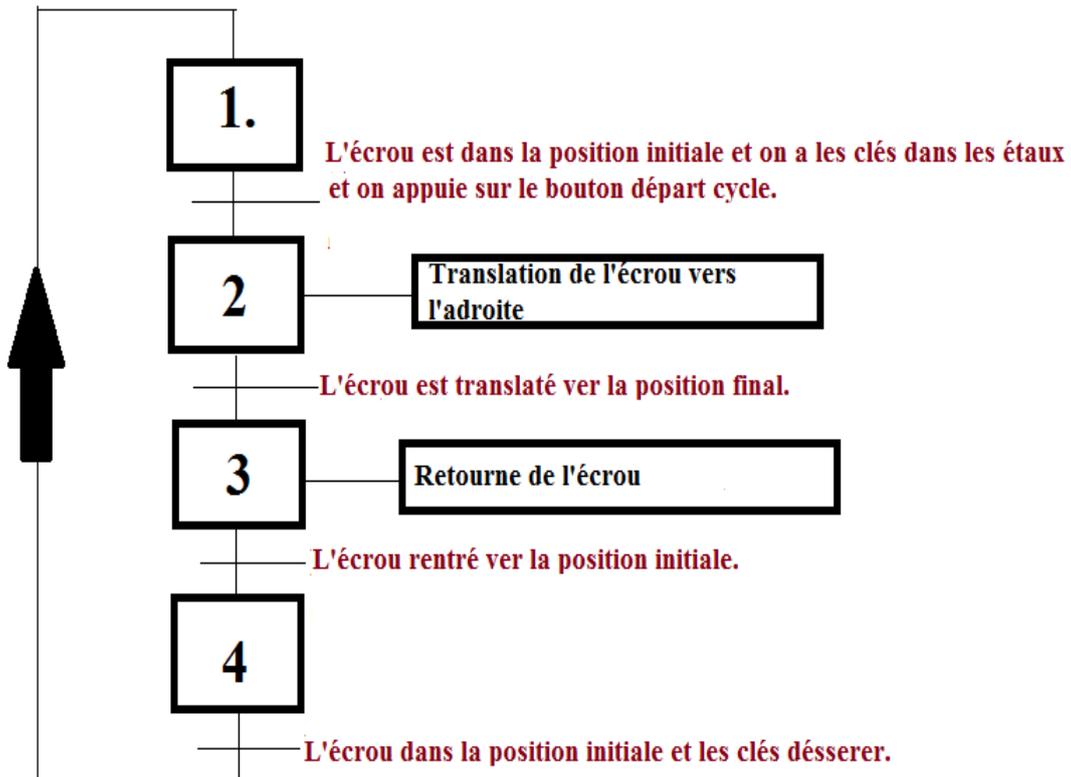


Figure IV.4 : le grafcet de système en translation point de vue partie opérative.

❖ **Grafcet point de vue partie commande :**

- **Position de table :**
  - g : chariot à gauche.
  - d : chariot à droite (fin de course).
- **Mouvements de table:**
  - X+: aller à droite.
  - X-: aller à gauche.

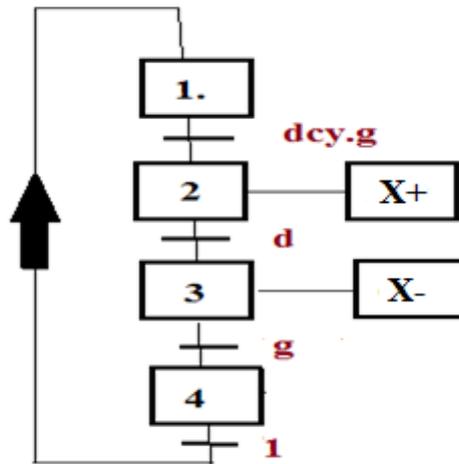


Figure IV.5: le grafcet de système en translation point de vue partie commande.

**IV .3.2) le grafcet pour la deuxième table :**

Après l'ordre de départ cycle « BP », la table parte pour une position base à une position haute.

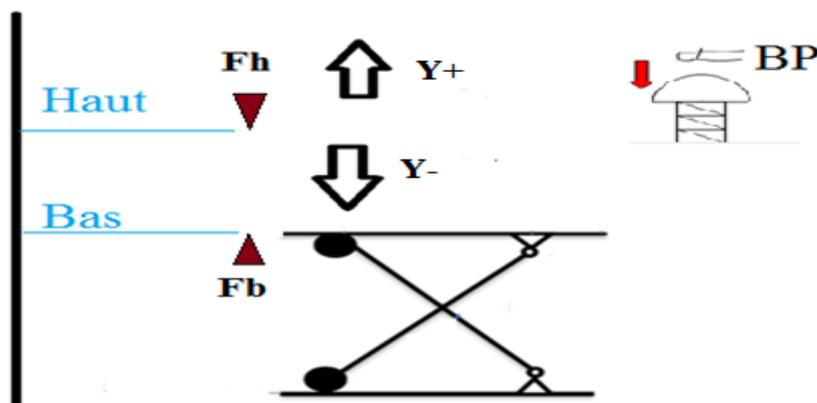


Figure IV.6 : Schéma de fonctionnement table élévatrice.

❖ **Grafcet point de vue système :**

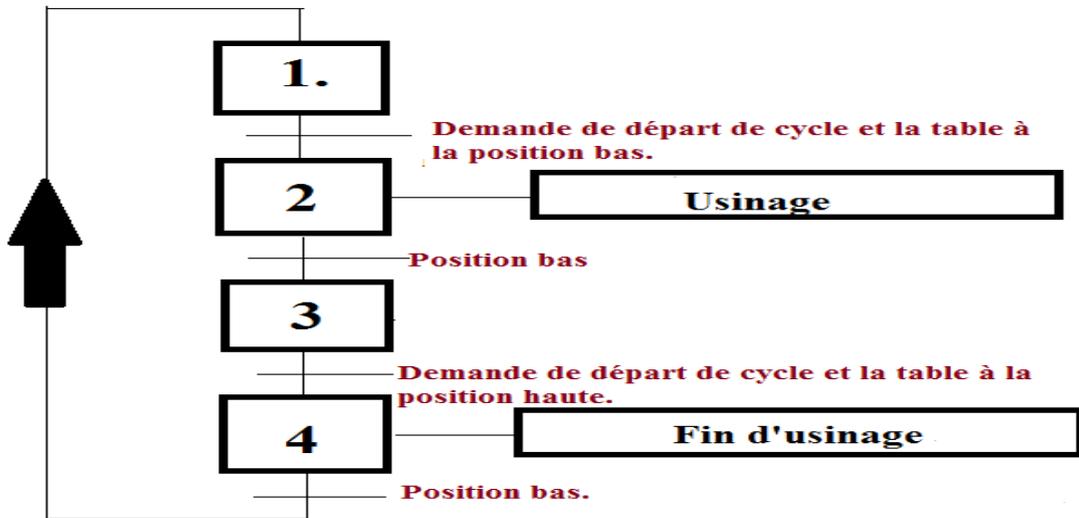


Figure IV.7 : le grafcet pour la deuxième table point de vue système.

❖ **Grafcet point de vue partie opérative :**

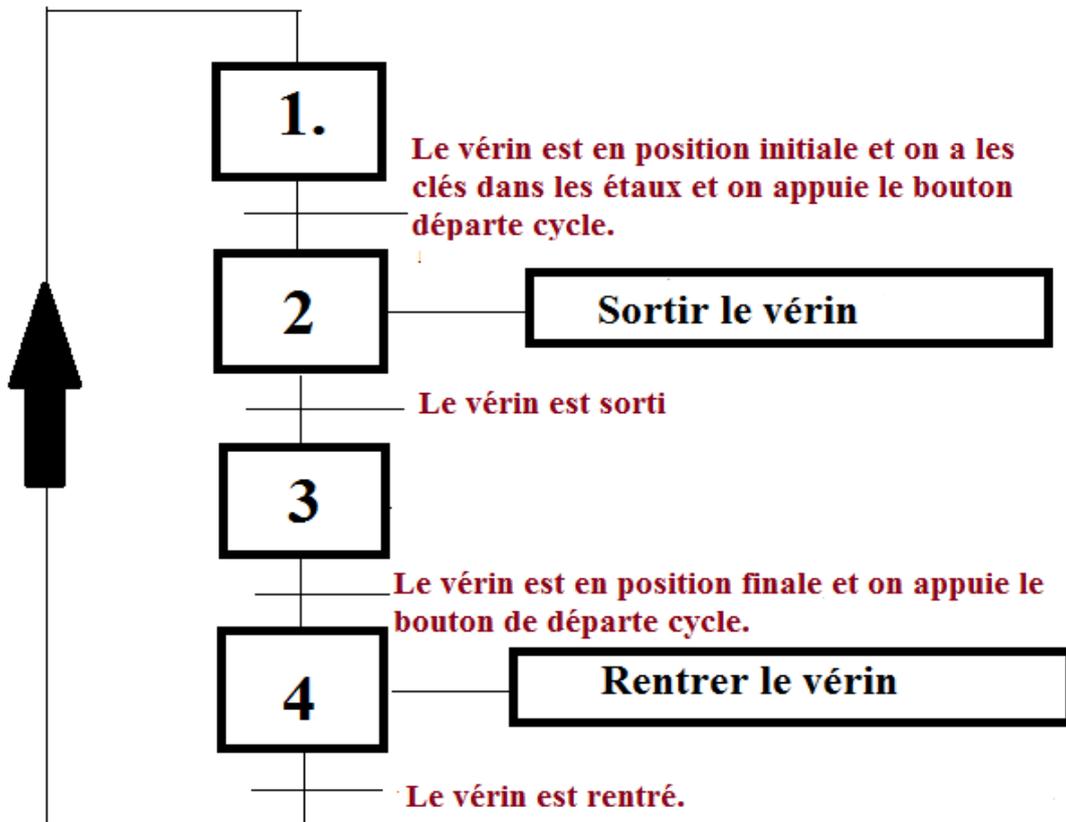


Figure IV.8 : le grafcet pour la deuxième table point de vue partie opérative.

❖ **Grafcet point de vue partie commande :**

- **Position du chariot :**
  - position bas. détecté par une fin de course (Fb)
  - position haut. détecté par une fin de course (Fh)
- **Mouvements du chariot :**
  - Y+ : aller à haut.
  - Y- : aller à bas.

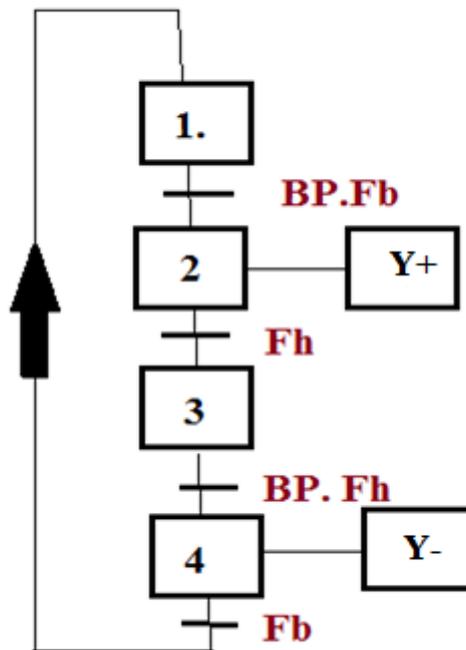


Figure IV.9: le grafcet pour la deuxième table point de vue partie commande.

**IV .4) Circuit électrique :**

Nous présentons les différents circuits de commande des trois moteurs qui assure le fonctionnement.

#### IV .4.1) Circuit électrique de moteur de la machine:

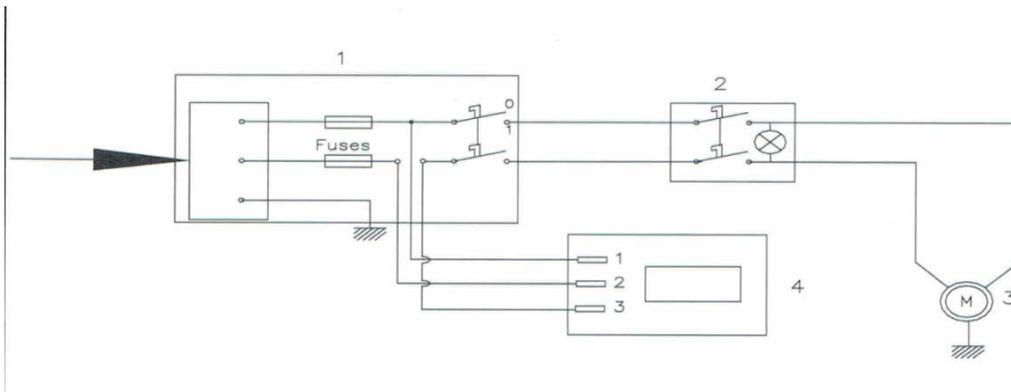


Figure IV.10 : Circuit électrique de moteur de la machine.

Les composants principaux des circuits électrique et électronique sont les suivants :

- (1) : Prise de courant.
- (2) : Interrupteur de mise en marche.
- (3) : Moteur.
- (4) : Plaque à bornes.

#### IV .4.2) Circuit électrique système automatisé :

##### a) Moteur et vis- écrou:

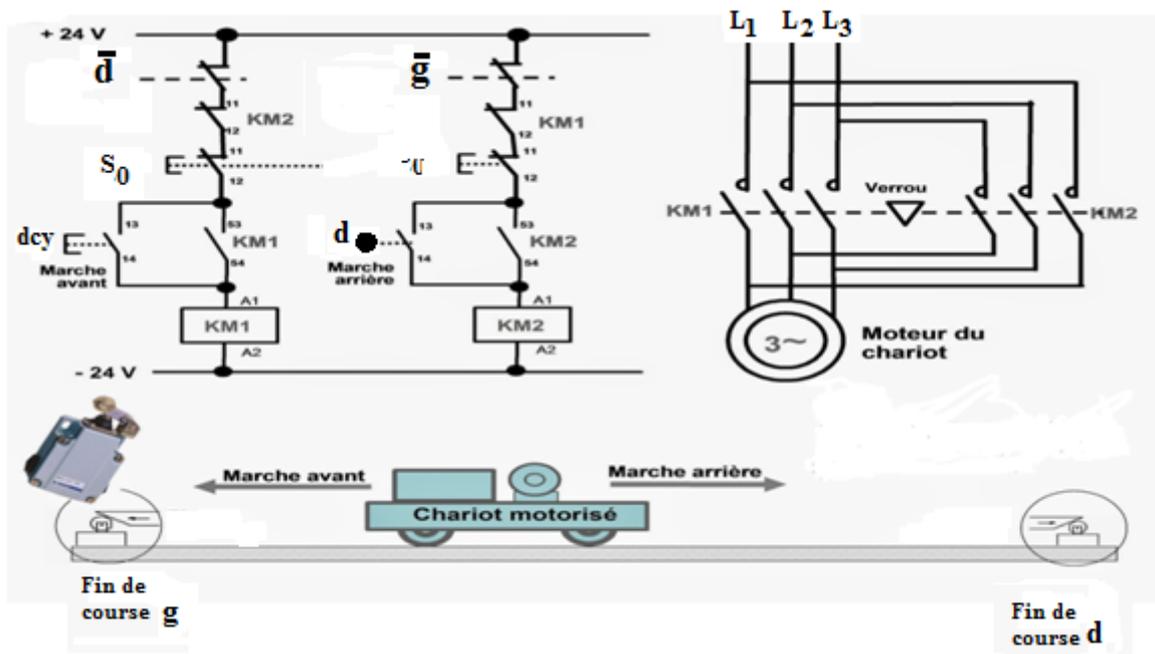


Figure IV.11 : Circuit électrique de moteur double sens.

dcy : bouton poussoir démarrage de cycle d'usinage.

S<sub>0</sub> : bouton poussoir arrêt d'urgence.

d : capteur de fin de course.

KM<sub>1</sub> : contacteur de bobine 1.

KM<sub>2</sub> : contacteur de bobine 2.

### b) Moteur vérin :

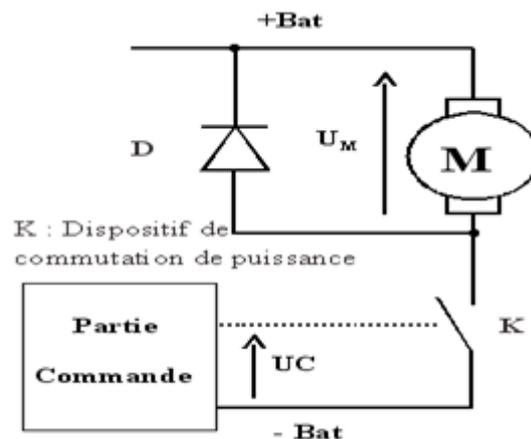


Figure IV.12 : Circuit électrique de vérin [38].

M : moteur de vérin.

D : diode.

K : interrupteur de commutation.

U<sub>m</sub> : tension de fonctionnement de moteur.

U<sub>c</sub> : tension de commande.

## IV .5) Comparaison entre la machine semi-automatique et la machine automatisé :

La clé fait de plus en plus partie de notre quotidien, voir une routine quotidien. Avec ces avantages dans la vie, on comprend pourquoi plusieurs optent pour une machine à reproduire les clés au cartier. Mais quand vient le temps de choisir la bonne machine, deux options s'imposent :

Les machines à reproduire les clés semi-automatiques et les machines à reproduire les clés automatiques. Pour bien comprendre leurs avantages et leurs inconvénients, lisez ce petit guide qu'on a rédigé d'après notre étude sur la machine semi-automatique et la machine automatisé.

- **Avantages d'une machine à reproduire les clés semi-automatique :**

- Les appareils semi-automatiques sont plus accessibles que les machines automatiques. Et un prix plus bas, c'est toujours agréable. Toutefois, nous vous conseillons d'acheter votre machine dans un magasin spécialisé, surtout s'il s'agit de votre premier achat. Vous obtiendrez ainsi toutes les informations nécessaires pour faire le bon choix. De plus leur fonctionnement parfois complexe vous sera expliqué en détail.
- Ceux qui possèdent une machine à reproduire les clés semi-automatiques vous le diront : vous pouvez copier des clés cassés.
- Les machines à reproduire les clés semi- automatiques demandent moins d'entretien que les machines automatiques.
- **Désavantages d'une machine semi-automatique :**
  - Malheureusement, rien n'es parfait. Avant d'acheter une machine à reproduire les clés semi- automatique, sachez que la préparation d'une copie de clé demande plus de manipulation. Cela prend donc un peu plus de temps.
  - Comme tout les fraiseuses, il faut l'utilisé avec prudence et plus d'attention.
- **Avantages d'une machine automatique :**
  - On ne se cachera pas, une machine à reproduire les clés automatique est beaucoup plus rapide qu'une machine semi-automatique. Car même si les clés sont monté dans chaque mors, tout se fait en quelques secondes et sans manipulation.
  - Une machine à reproduire les clés automatique est d'une extrême simplicité. Contrairement à la machine semi-automatique. Elle fait l'usinage à votre place.
  - La plupart des machines automatiques, vous offriront une plus grande polyvalence, juste on appuie sur un simple bouton.
- **Désavantages d'une machine automatique :**
  - Parce qu'ils sont plus rapides et plus simples à utiliser, les machines automatiques sont un peu plus chers que les machines semi-automatiques.
  - Ces machines demandent plus d'entretient.
  - Une machine à reproduire les clés automatique n'usinera jamais des clés cassées.

#### **IV .6) Conclusion :**

Nous conclurons à partir de cette étude réalisée dans ce chapitre que l'automatisation d'usinage est assurée. L'implantation de la table simple ciseau assure l'élévation. La translation du système est garantie par l'ajout de la vis-écrou.

***Conclusion  
générale***

## Conclusion générale

---

Dans ce travail nous avons fourni un maximum bibliographié sur les machines à reproduire les clés, que ce soit dans le coté de son mécanisme, son dimensionnement et même du coté sécuritaire. Des théories peuvent être utilisées dans une éventuelle étude de fabrication qui a un rapport avec le projet d'automatisation et conception d'un nouveau système ou machine de reproduction des clés.

Au début nous avons remarqué que les serruriers ont un problème de temps, de sécurité et bien sur une fatigue après une longue journée d'usinage. Alors nous avons commencé par observer et avoir des idées.

Nous avons commencé par mentionner les généralités sur les diverse machines à reproduire les clés qui existent. L'automatisation d'une machine à reproduire les clés impose la définition des divers types de transformation de mouvement existant ainsi que leurs caractéristiques mécaniques. A fin d'arriver à une étude fonctionnelle et tracer l'objectif finale. Donc c'est le choix de la table simples ciseaux motorisée par un vérin, et sa translation est assurée par un système de vis-écrou motorisé par un moteur électrique. A cette étape du travail, l'automatisation de la machine à reproduire les clés est définie.

Le travail essentiel dans ce projet est fait en deux parties. Dans la première partie nous avons effectué une étude fonctionnelle, des calculs, et dimensionnement des éléments constituant le système. Tandis que la deuxième s'occupe de l'automatisation de la machine au cours d'usinage.

En fin grâce à notre contribution de concevoir ce système, nous avons réussis à atteindre nos objectifs en offrant à une éventuelle représentation et schématisation de la machine automatisé. Ainsi, les données et les informations utiles pour fabriquer ce concept dans les délais.

Pour le futur projet, nous proposons une étude plus détaillé de la partie automatique. Nous souhaitons aussi que la conception et la réalisation seront une étude réalisée par les futurs étudiants.

## Liste des références

---

- [1] Guillaume sabatier, francoins ragusa, hubet antz, manuel de construction mécanique, 3<sup>e</sup> édition DUNOD ,Paris 2013.
- [2] Loïc Dayot, Les transformations de mouvements qui nous intéressent en robotique  
Rédacteur : version du 10 avril 1999.
- [3] Joseph Edward Shigley- John Joseph Uicher Jr, Theory of machines and mechanisms, édition Mc Graw- Hill Professional 1980.
- [4] I Artobolevski, Théorie des mechanisms et des machines, édition Mir, Moscou 1977.
- [5] Yves Granjon, Automatique « systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu , à temps discret, representation d'état », édition DUNOD, Paris 2001-2010.
- [6] Marcel Déléze, Dynamique « le principe d'Alembert », édition Diderot et l'Encyclopedie, février 2002.
- [7] Nouredine Bourahla, Résistance des matériaux de base, Le Groupement Economique de Contrôle Technique de la Construction, 28 octobre 2015.
- [8] Mémoire de master , Etude de conception d'une table élévatrice. UNIVERCITE Béjaia 2016-2017
- [9] Mémoire de master , Etude et conception d'une plate-forme élévatrice d'accistance pour personnes à mobilité réduite adaptée au cas du bus (SNVI – ROUIBA)- 2017 Université de Tlemcen.
- [10] Mémoire : Étude et conception d'un cric hydraulique. Université de Biskra. Promotion Juin 2017
- [11] Cours Mr Hamza Cherif SM, Assemblages Filetés, Université de Tlemcen, Faculté de technologie, Dept Génie Mécanique, Promotion L3 2017.
- [12] Cours Mr Belalia S, RDM1 et 2, Université de Tlemcen, Faculté de technologie, Dept Génie Mécanique, Promotion L2 2016 et L3 2017.
- [13] Cours Mr Hamza Cherif SM, Conception Mécanique, Université de Tlemcen, Faculté de technologie, Dept Génie Mécanique, Promotion M1 2018.
- [14] Cours Mr Zinai A, Automatique, Université de Tlemcen, Faculté de technologie, Dept Génie Mécanique, Promotion M1 2018.
- [15] Cours Mr Chorfi S. M, Théorie des mécanismes, Université de Tlemcen, Faculté de technologie, Dept Génie Mécanique, Promotion L3 2017.
- [16] Catalogue KEYLINE machines à couper les clés. Innovation by since 1770. Ablanchi 1770 Groupe Company.

## Liste des références

---

- [17] Catalogue JMA Alejandro Altuna S.A. Bidekurtzeta, 6.Apdo.70, 20500 Arrasate-mondragon ESPANA.
- [18] CAT\_Maquinas\_2017\_FR-DE\_low JMA Alejandro Altuna S.A. Bidekurtzeta, 6.Apdo.70, 20500 Arrasate-mondragon ESPANA.
- [19] Catalogue machines-a-tailler-les-cles-catalogue-2018 Silca
- [20] Manuel d'installation, d'utilisation et de maintenance ,Verins electriques SRSA,SVSA et SLSA.. Groupe SKF 2018.
- [21] LZ\_FR Vérins électriques. SMC.
- [22] [Wikimedia Foundation, Inc.](#) Vis écrou.
- [23] COMMANDES D'AXES .verin\_electrique\_ISO1552,22 mars 2019[ en ligne]. Disponible sur [www.sga-automation.com](http://www.sga-automation.com),
- [24] définition de la clé, 12 Février 2019 [ en ligne], Disponible sur Wikipédia
- [25] data:image/jpeg;base64,/9j/ [en ligne] février 2019.
- [26] data:image/jpeg;base64,/9j/ [ en ligne] février 2019.
- [27] data:image/jpeg;base64,/9j/ [ en ligne] février 2019.
- [28] data:image/jpeg;base64,/9j/ [en ligne] février 2019.
- [29] [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTuvjCJW-pAyHKoKse94eYCtkbmq1Zppu2Gn9Dck8DaZ2U\\_w9uV](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTuvjCJW-pAyHKoKse94eYCtkbmq1Zppu2Gn9Dck8DaZ2U_w9uV), [en ligne] février 2019.
- [30] data:image/jpeg;base64,/9j/ [en ligne] mars 2019.
- [31] data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAD. [en ligne] avril 2019.
- [32] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/image>. [en ligne] avril 2019.
- [33] data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAD/[ en ligne] avril 2019.
- [34] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images>. [en ligne] avril 2019.
- [35] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images>. [en ligne] avril 2019.
- [36] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images>. [en ligne] avril 2019.
- [37] data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAD/[en ligne] mai 2019.
- [38] data:image/png;base64, [ en ligne] juin 2019.

## Résumé

---

La clé est très importante dans notre vie, car elle assure notre sécurité et notre secret personnel. Alors la reproduction des clés est un métier très demandé, et pour métriser ce métier il faut des machines à reproduire les clés. Ces machines ont vécu une énorme innovation. Pour cela on a étudié l'automatisation d'une machine semi-automatique à reproduire les clés plates et en croix.

L'étude fonctionnelle et dimensionnement de la machine automatisée sont élaborés, et la présentation de la nouvelle machine automatique est établie dans ce travail.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressées plus à l'automatisation d'usinage de la clé c'est-à-dire un usinage rapide pour une seule étape, sécurisée avec un minimum d'action, avec élimination de l'opérateur de la manipulation.

**Mots clé :** la clé, la reproduction, l'automatisation, machine automatique, machine semi-automatique.

---

## ملخص

---

المفتاح هو شيء مهم للغاية في حياتنا لأنه يضمن أمننا وسرنا الشخصي. لذا فإن استنساخ المفاتيح هو تجارة مطلوبة للغاية. ومن الضروري لهذه الآلات اللازمة لإعادة إنتاج المفاتيح. شهدت هذه الآلات ابتكاراً ضخماً. لهذا درسنا أتمتة آلة نصف أوتوماتيكية لإعادة إنتاج مفاتيح مسطحة وعبر. تنقسم هذه الدراسة إلى عدة أجزاء: التعميم على المفاتيح وآلات استنساخ المفاتيح، ودراسة حول الآلة شبه الأوتوماتيكية، ودراسة وظيفية وتغيير حجم الماكينة الآلية، وأخيراً عرض تقديمي للآلة التلقائية الجديدة. في هذا العمل، نحن مهتمون بأتمتة تشغيل المفتاح بمعنى التشغيل السريع لخطوة واحدة، مع تأمين الحد الأدنى من العمل أو التلاعب. الكلمات المفتاحية: المفتاح، استنساخ، التشغيل الآلي، آلة أوتوماتيكية، آلة نصف أوتوماتيكية.

---

## Summary

---

The key is a very important thing in our life because it ensures our security and our personal secret. So the reproduction of the keys is a very requested trade, and for metered this job it is necessary machines to reproduce the keys. These machines have experienced a huge innovation. For this we studied the automation of a semi-automatic machine to reproduce the keys flat and cross.

This study is divided into several parts: generality on keys and key-duplicating machines, a study on the semi-automatic machine, a functional study and sizing of the automated machine, and finally a presentation of the new automatic machine.

In this work, we are interested in the automation of machining of the key that is to say a fast machining for a single step, secured with a minimum of action or manipulation.

**Key words:** key, reproduction, automation, automatic machine, semi-automatic machine.

---