

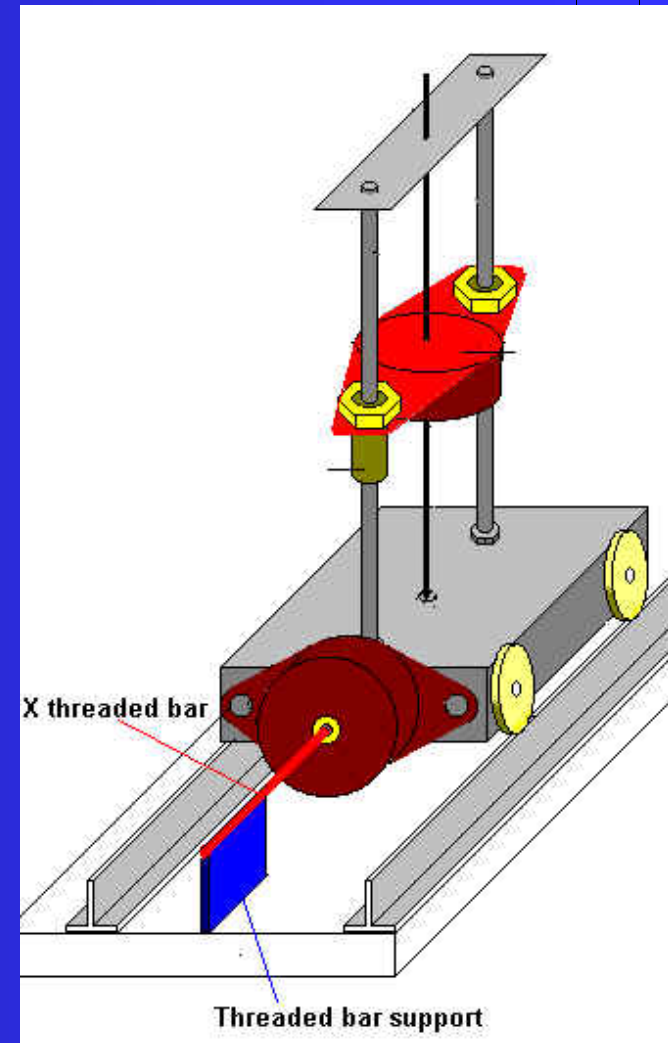
# ***Introduction***

---

- ✓ Mécanique de départ
- ✓ Cahier des charges
- ✓ Conventions
- ✓ Le guidage linéaire
- ✓ Axe X
- ✓ Axe Y
- ✓ Déplacement des chariots
- ✓ Conclusion

# Mécanique de départ

- ✓ Mécanique conçue par Alberto Consolini
- ✓ Principe de découpe suivant des gabarits « virtuels »
- ✓ « Génialement simple »
- ✓ Peu de pièces
- ✓ Utilisation de pièces usinées au tour
- ✓ Opérations délicates sur les axes des moteurs pàp



# ***Cahier des charges***

---

## **✓ On répond au « juste besoin »**

- ☞ découpe de poly ou de styro par rayonnement
- ☞ efforts exercés sur la mécanique faibles
- ☞ précision de déplacement  $\approx 0.1\text{ mm}$

## **✓ Mécanique simple**

- ☞ on ne fait pas de l'horlogerie
- ☞ on ne fait pas une « usine à gaz »
- ☞ nombre de pièces limité

## **✓ Mécanique rustique**

- ☞ doit supporter une utilisation intensive
- ☞ ne doit pas être fragile
- ☞ maintenance limitée, voire nulle

# ***Cahier des charges***

---

## **✓ Pas de réglage ou de mise au point complexe**

- ☞ mécanique utilisable dès la fin de l'assemblage
- ☞ pas d'outil de mesure particulier (palmer, comparateur,...)

## **✓ Pas d'outillage spécifique**

- ☞ pas de tournage
- ☞ pas de fraisage
- ☞ l'outil le plus perfectionné : une perceuse à colonne

## **✓ Coût raisonnable**

- ☞ accessible à un club voire à un particulier
- ☞ plusieurs « niveaux » de prix de revient

# ***Conventions***

---

- ✓ **Axe X = sens de la corde d'aile (horizontal)**
- ✓ **Moteur X = moteur permettant le déplacement de l'arc suivant l'axe X**
- ✓ **Axe y = sens de l'épaisseur relative (vertical)**
- ✓ **Moteur Y = moteur permettant le déplacement de l'arc suivant l'axe Y**

# ***Le guidage linéaire***

---

✓ **Un peu de théorie...**

✓ **Tout mouvement peut être composé de :**

☞ 3 translations suivant 3 axes ortho-normés X, Y, Z

☞ 3 rotations autour des axes X, Y, Z

✓ **Systemes hypo-iso-hyper statique :**

☞ hypo-statique : table à 2 pieds : elle tombe...

☞ iso-statique : table à 3 pieds : elle tient quelque soit la longueur de chacun des pieds (dans une marge raisonnable)

☞ hyper-statique : table à 4 pieds ou plus : elle tient mais tous les pieds ne touchent pas forcément le sol, ils ne servent à rien...

☞ explications ci-dessus très très simplistes mais suffisantes pour la suite...

# ***Le guidage linéaire***

---

## **✓ Besoin :**

- ☞ déplacer l'arc de découpe suivant X et/ou Y
- ☞ combinaison de 2 déplacements linéaires simples

## **✓ Guidage linéaire :**

- ☞ suivre une ligne droite...
- ☞ de manière répétitive
- ☞ sans points durs
- ☞ avec une force limitée pour le déplacement

## **✓ Il faut empêcher 2 translations et les 3 rotations**

## **✓ Il faut répondre au juste besoin, pas plus...**

# ***Le guidage linéaire***

---

✓ **Solution la plus simple pour suivre une « ligne droite » : une bague ou une douille à billes glissant sur un axe métallique = 2 éléments**

- ☞ bloque 2 rotations et 2 translations
- ☞ reste une rotation à bloquer
- ☞ le système est hypo-statique par rapport au besoin

✓ **Solution la plus couramment employée :**

- ☞ ajout d'un 2ème guidage linéaire
- ☞ ajout de fonctions de blocage déjà réalisées par le 1er guidage
- ☞ le système devient hyper-statique
- ☞ ne fonctionne que si c'est parfaitement réalisé : les deux axes doivent être parfaitement parallèles

# ***Le guidage linéaire***

---

## ✓ **Solution proposée :**

- ☞ on ajoute un élément qui sert uniquement à bloquer la dernière rotation « libre »
- ☞ le système est iso-statique par rapport au besoin
- ☞ moins de « rigueur » nécessaire lors de la réalisation

## ✓ **Plusieurs possibilités :**

- ☞ « fourchette » coulissant sur un axe
- ☞ roue sur plan de référence

## ✓ **Le guidage linéaire doit être réalisé sur une longueur suffisante (3 x Ø axe mini)**

## ✓ **IMPORTANT : la simplicité n 'enlève rien à la précision de la machine !**

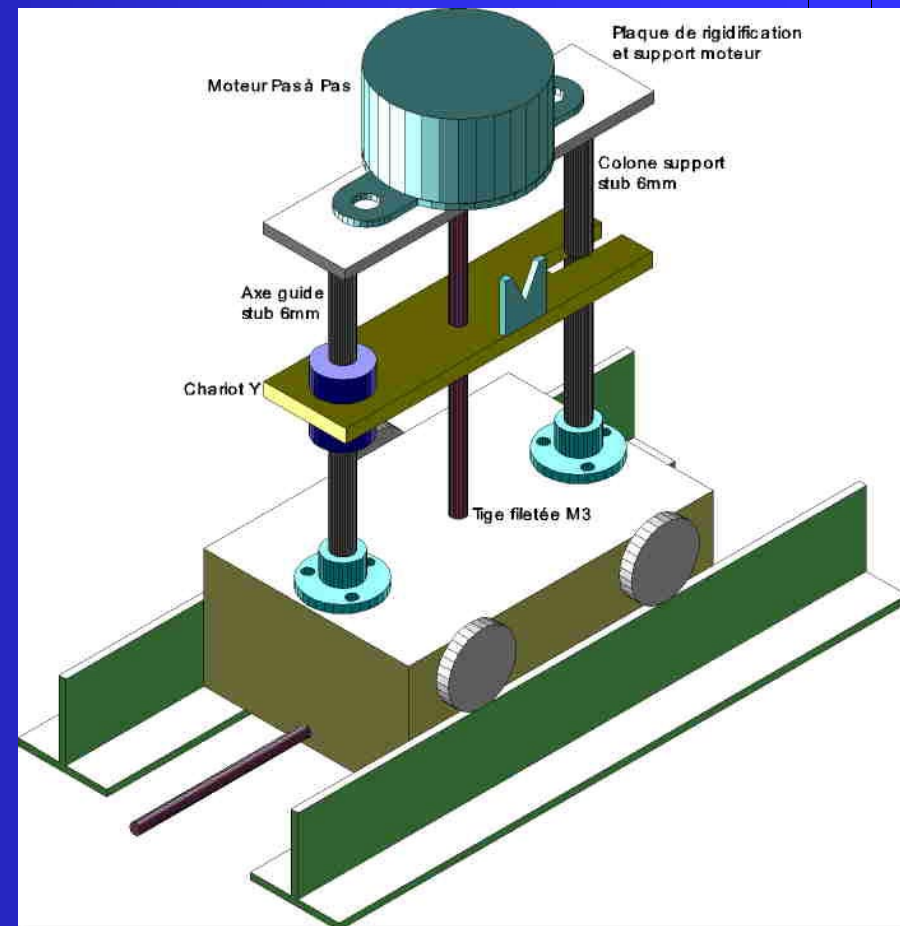
# Axe X

---

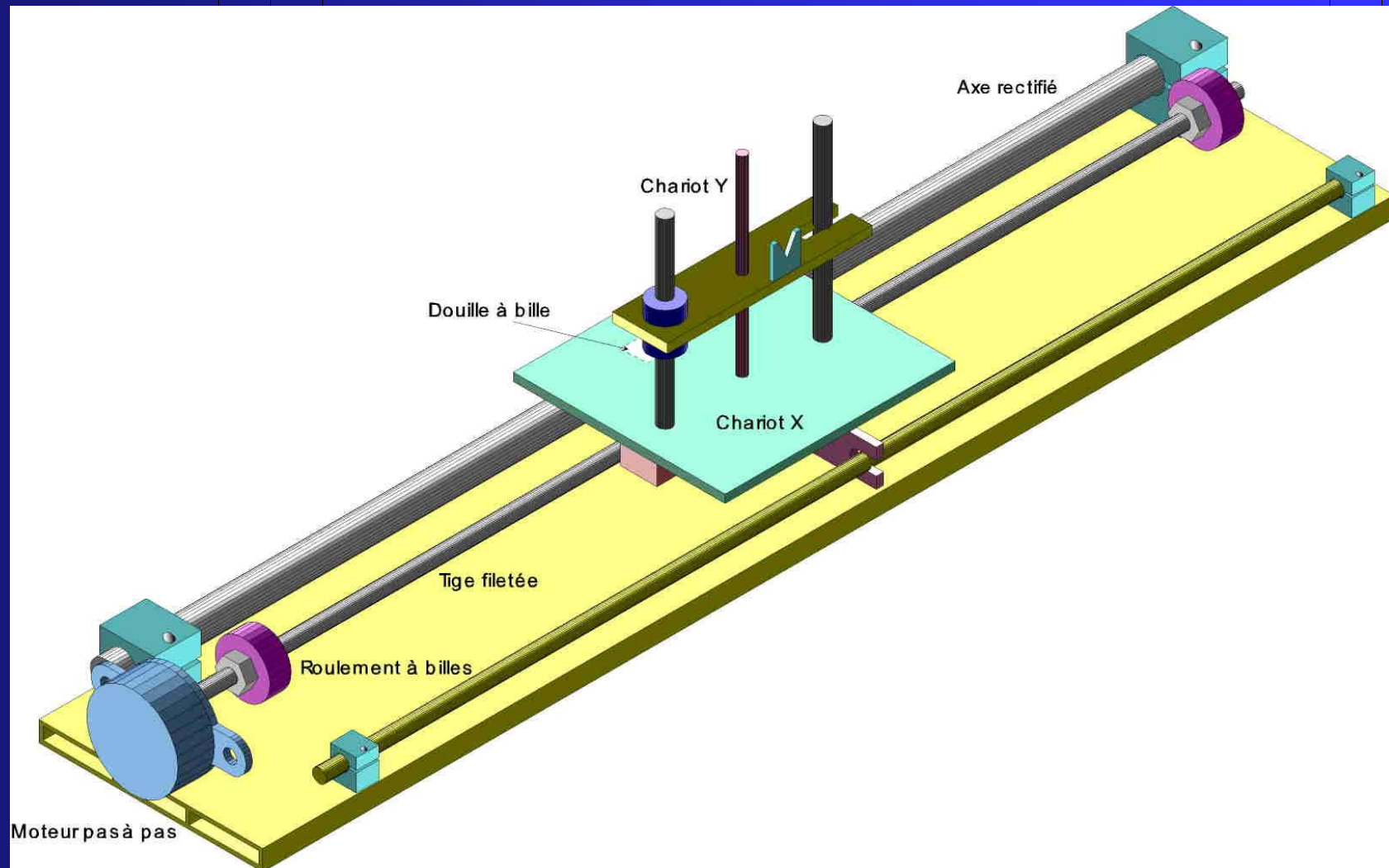
- ✓ Déplacement sur une grande longueur possible
- ✓ « Supporte et déplace » l'axe Y
- ✓ Aucun point dur sous peine d'engendrer des vibrations du fil de découpe
- ✓ Différents guidages linéaires :
  - ➡ reprise du principe d'Alberto
  - ➡ système à « fourchette »
  - ➡ système à une roue
  - ➡ système à 2 roues
  - ➡ autres systèmes

# Axe X: le principe « Alberto »

- ✓ Modification de l'emplacement du moteur X (moteur fixe)
- ✓ Difficultés de garantir un angle de 90° entre l'axe X et l'axe Y par des moyens simples de fabrication



# Axe X: version « fourchette »



# ***Axe X: version « fourchette »***

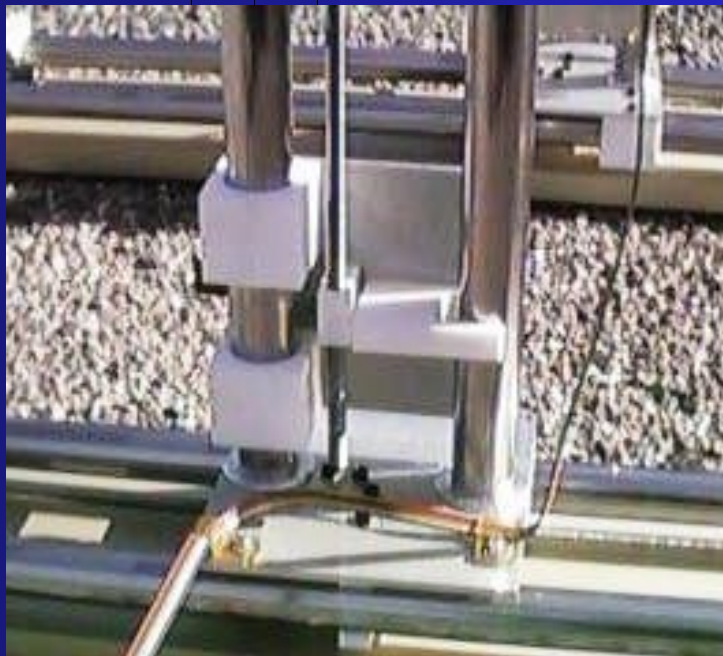
---

- ✓ **Axe principal de guidage de  $\varnothing$  20mm mini + douille à billes ou bague  $\Rightarrow$  flexion limitée**
- ✓ **L 'axe de la fourchette doit avoir un diamètre suffisant (20mm mini) afin d 'éviter une rotation du chariot X (et Y) autour de l 'axe X par flexion excessive de l 'axe de la « fourchette »**
- ✓ **Système iso-statique  $\Rightarrow$  pas de blocage possible du chariot**
- ✓ **Maintenance : usure de la partie supérieure de la « fourchette » à surveiller**
- ✓ **Système « auto-nettoyant »**

# ***Axe X: version « fourchette »***

✓ Exemples :

**CNC de F. TISON**

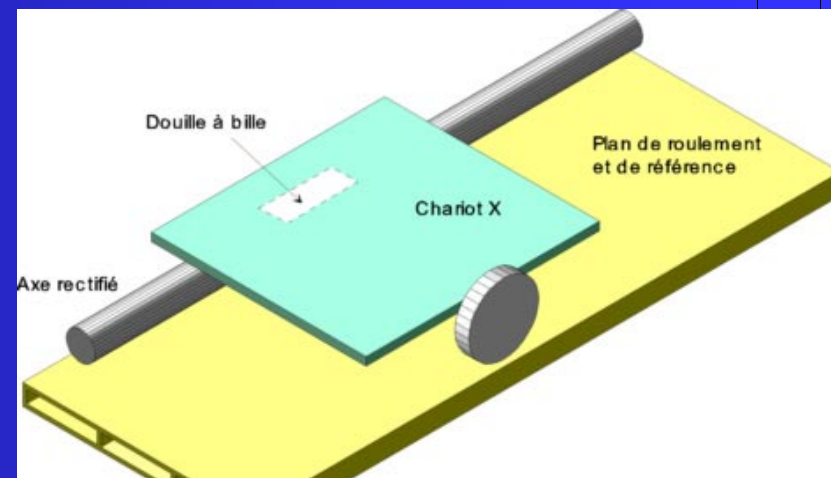


**CNC de JP. JAKUBOWICZ**



# Axe X: version « 1 roue »

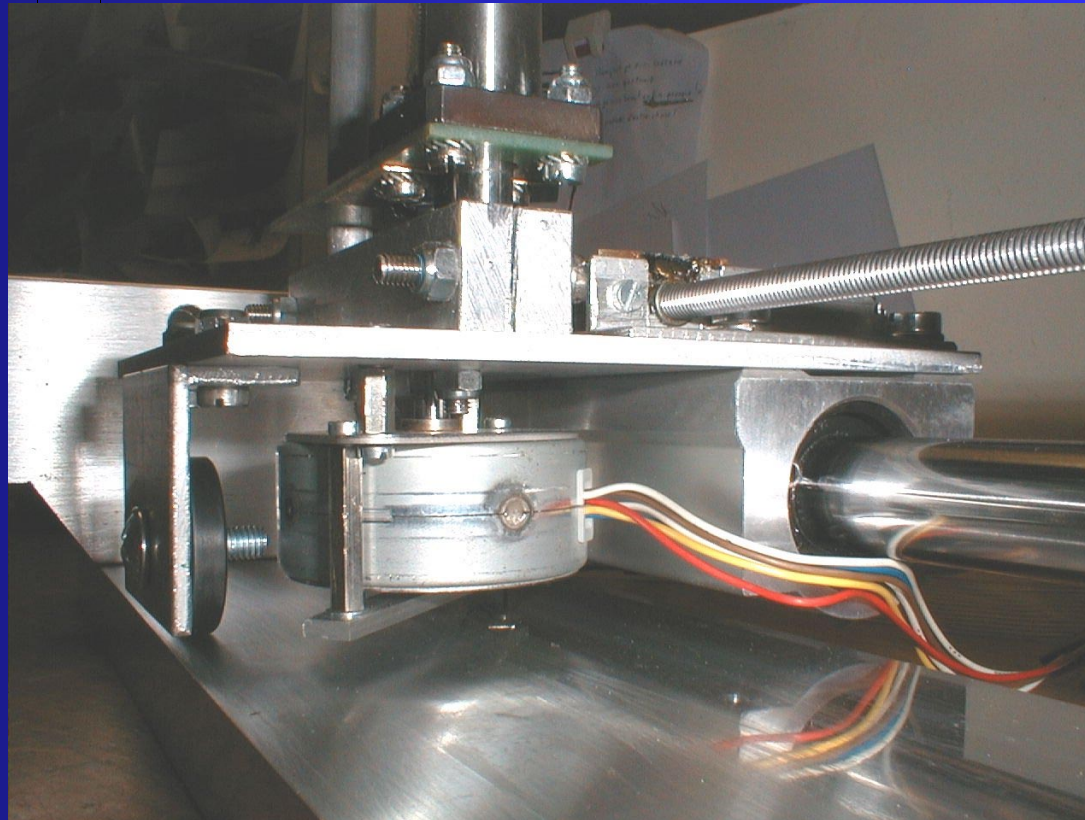
- ✓ Axe principal de guidage de  $\varnothing$  20mm mini + douille à billes ou bague  $\Rightarrow$  flexion limitée
- ✓ Système iso-statique  $\Rightarrow$  pas de blocage possible du chariot
- ✓ Pas d'usure
- ✓ Maintenance réduite au nettoyage de la « bande de roulement »



# *Axe X: version « 1 roue »*

---

✓ Exemple : CNC de G. PRAT



# Axe X: version « 2 roues »

- ✓ Permet d'utiliser un axe de guidage de faible diamètre sans risque de flexion
- ✓ Système hyper-statique  $\Rightarrow$  blocage ou rotation autour de l'axe X du chariot si mauvais réglage
- ✓ Pas d'usure
- ✓ Maintenance réduite au nettoyage des 2 « bandes de roulement »



# ***Axe X: autres solutions***

- ✓ Chariot à double guidage linéaire (bagues et/ou douilles à billes)
- ✓ Exemples :

**CNC de J. BLAIN**

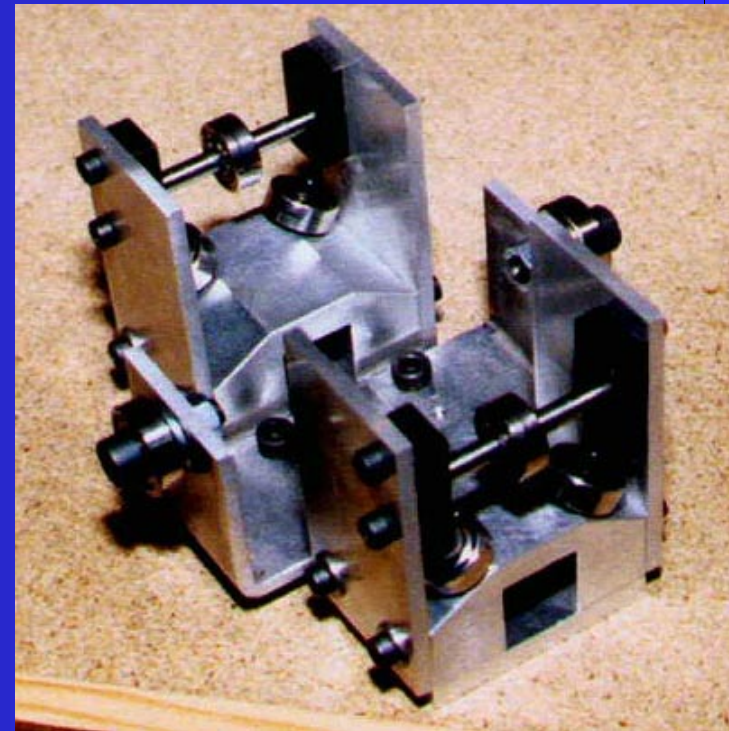
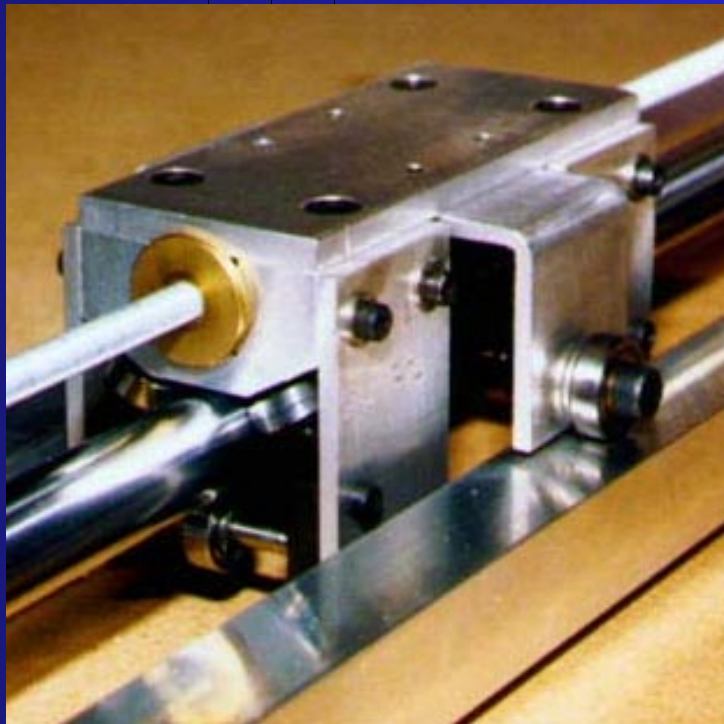


**CNC de S. DELARBRE**



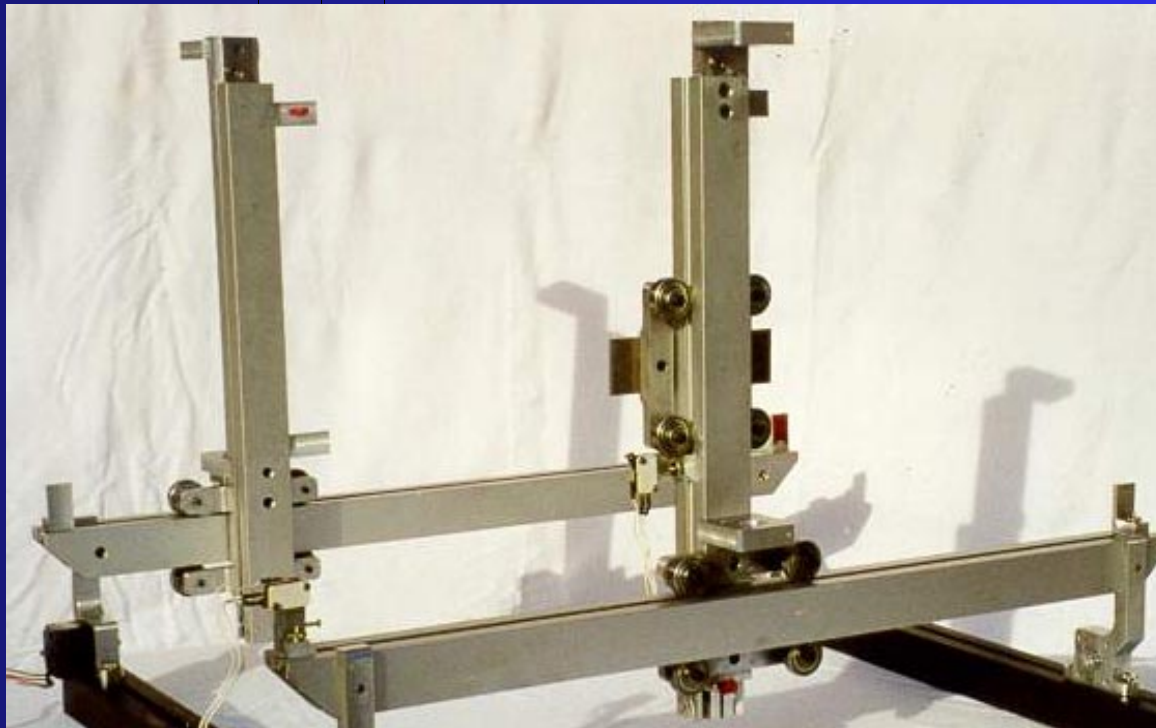
# ***Axe X: autres solutions***

- ✓ Chariot roulant sur un axe : 3 roulements à  $120^\circ$  à chaque extrémité du chariot.
- ✓ Exemple : CNC de T. MONNOT



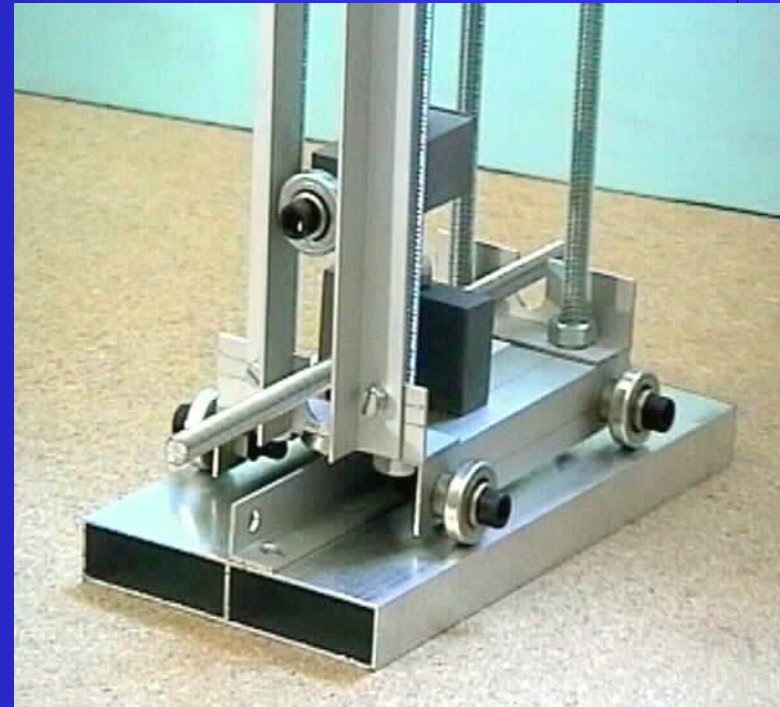
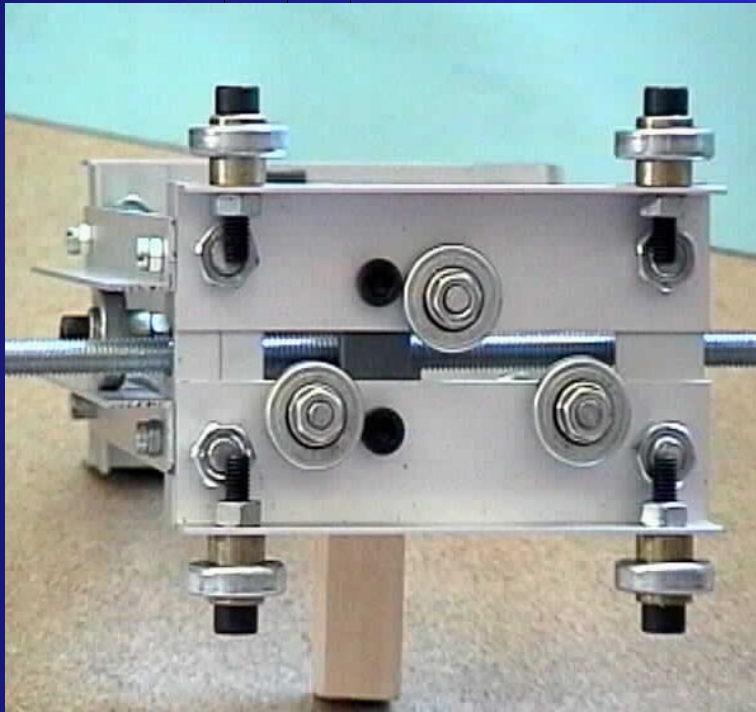
# ***Axe X: autres solutions***

- ✓ Chariot roulant dans ou autour d'un profilé. Les roues sont des roulements à billes.
- ✓ Exemple 1 : CNC de D. JAILLANT



# *Axe X: autres solutions*

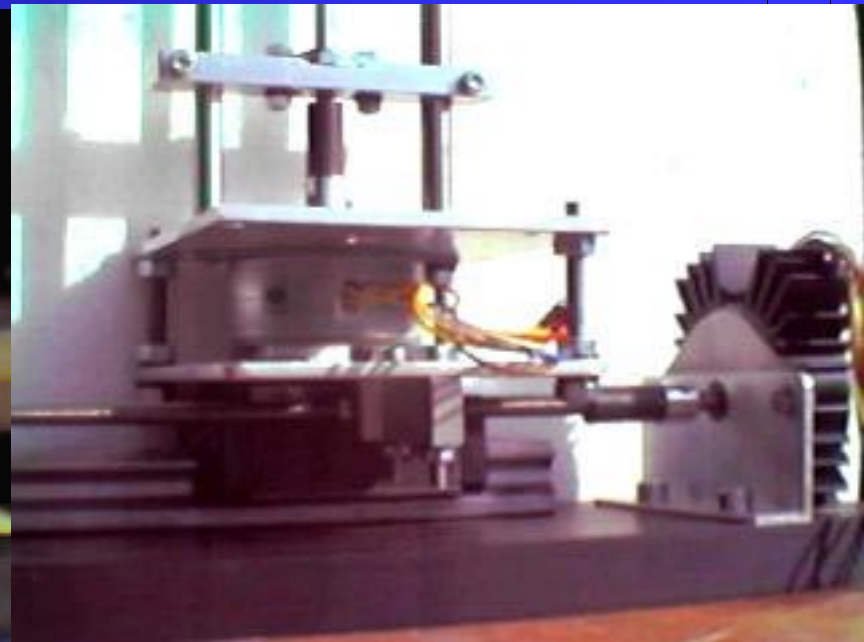
✓ Exemple 2 : Proto de B. BAUD



# ***Axe X: autres solutions***

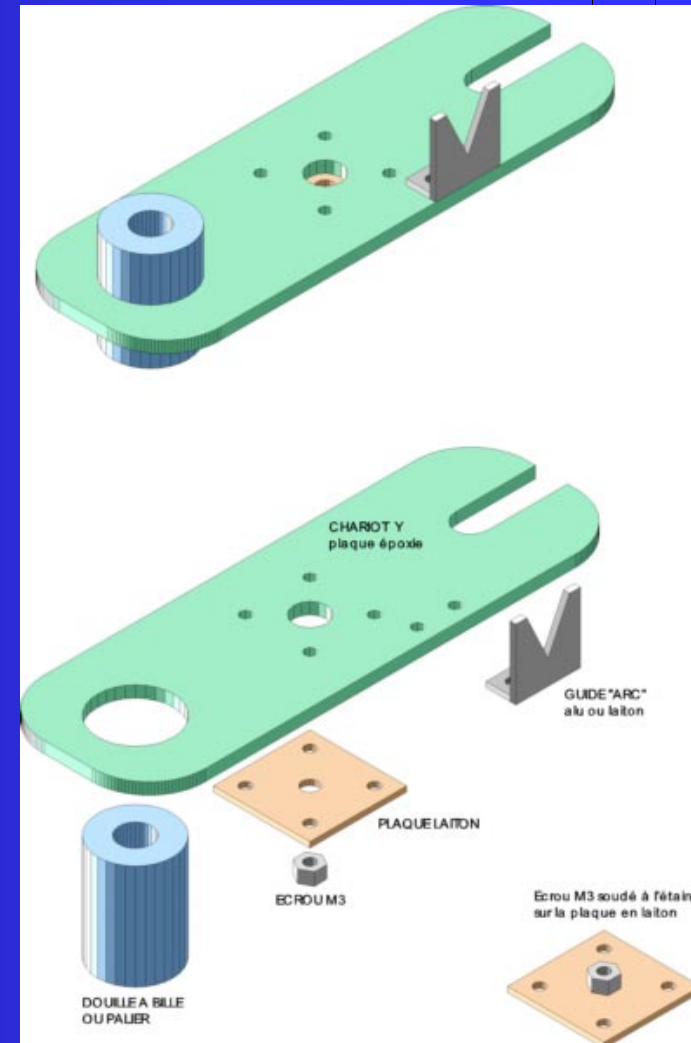
---

- ✓ « Chariot à billes »
- ✓ Exemple : CNC de JF. DELHOVE



# Axe Y

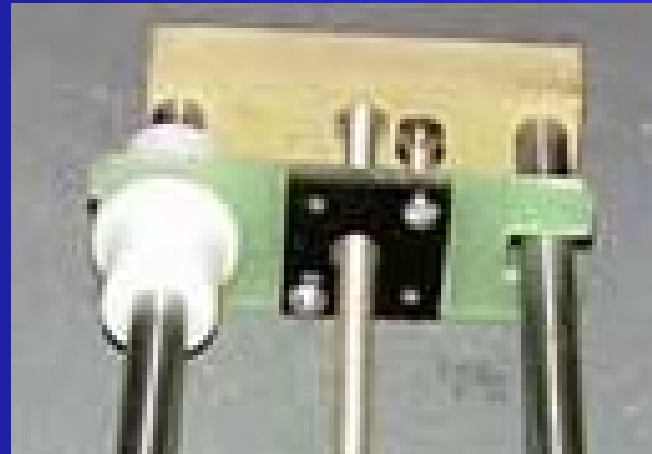
- ✓ Supporte l'arc de découpe
- ✓ Guidage linéaire de faible longueur
- ✓ Axe vertical  $\Rightarrow$  pas de risque de flexion due à la gravité
- ✓ Bague ou douille à billes de longueur suffisante (3 x  $\varnothing$  axe mini)
- ✓ Système à « fourchette »



# Axe Y

✓ Exemples :

O.S



F.T



P.J



# ***Déplacement des chariots***

---

- ✓ **Système vis-écrou retenu pour sa simplicité**
- ✓ **La tige filetée tourne et l'écrou se déplace :**
  - ☞ la tige filetée est reliée à l'axe moteur
  - ☞ l'écrou est fixé sur le chariot
- ✓ **Choix de base : moteur à 48 pas par tour et tige filetée M6 (pas de 1mm)**
  - ☞ 1 pas = 0.02mm
  - ☞ pas de problème de précision par rapport au principe de découpe par rayonnement
- ✓ **Le jeu entre la tige filetée et l'écrou n'a pas le même impact sur la précision suivant qu'il s'agisse de l'axe X ou de l'axe Y**

# Déplacement des chariots

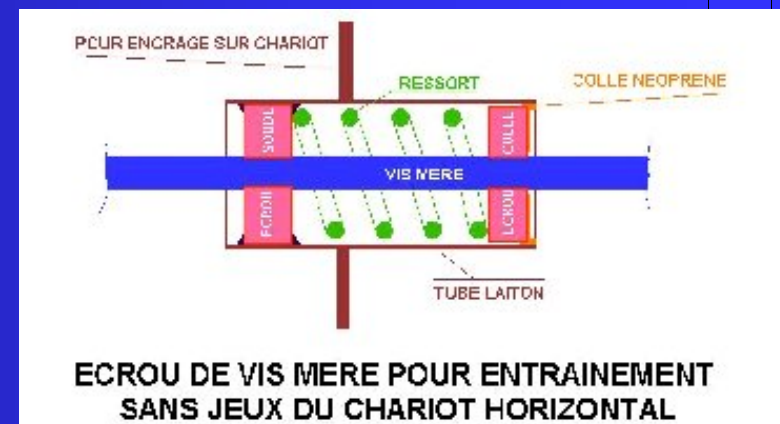
Axe X :

✓ Le jeu axial entre la tige filetée et l'écrou a un impact direct sur la précision du déplacement suivant l'axe X :

☞ système à base de 2 écrous

☞ 1 seul écrou sans jeu = écrou moulé sur la tige filetée

✓ Exemple : solution  
Alberto Consolini



# ***Déplacement des chariots***

---

**Axe Y :**

**✓ L 'écrou est toujours en appui sur la tige filetée (merci Newton ...)** :

- 👉 Le jeu entre l 'écrou et la tige filetée n 'a aucun impact sur la précision du déplacement
- 👉 système de rattrapage de jeu inutile

**✓ L 'installation du moteur directement sur le chariot X permet de diminuer le moment d 'inertie du chariot X :**

- 👉 moins d 'efforts à supporter par le chariot X
- 👉 autorise une structure plus légère

# Déplacement des chariots

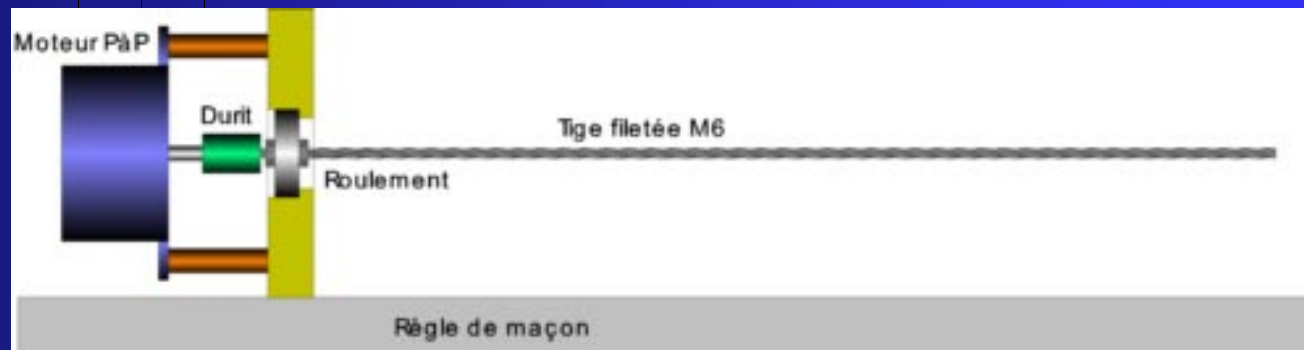
Montage de la tige filetée (axes X et Y) :

- ✓ liaison avec le moteur par l'intermédiaire d'un morceau de durit
- ✓ Guidage de la tige filetée :
  - ☞ Sol 1 : un roulement à billes pour supprimer le jeu axial de l'axe du moteur; roulement monté à l'opposé du moteur

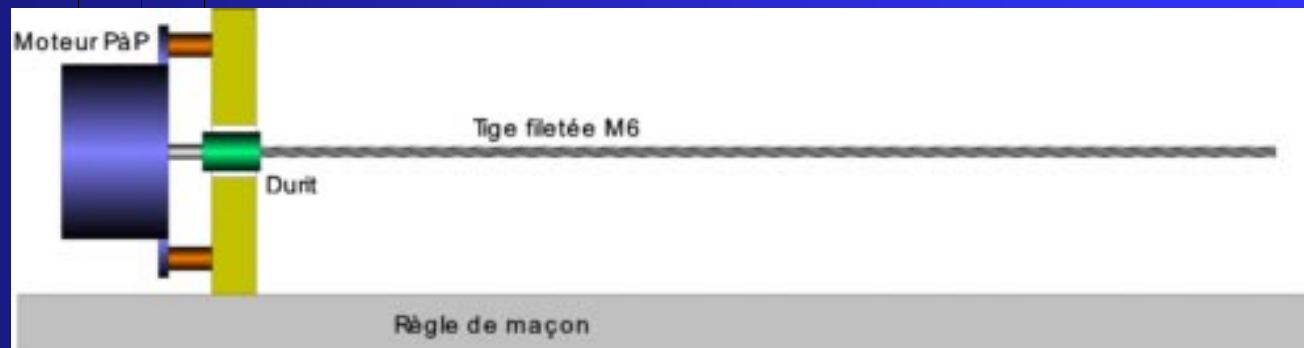


# Déplacement des chariots

- ☞ Sol 2 : un roulement à billes pour supprimer le jeu axial de l'axe du moteur; roulement monté côté moteur

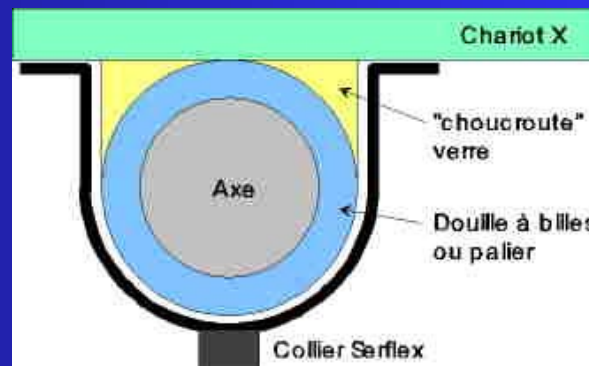
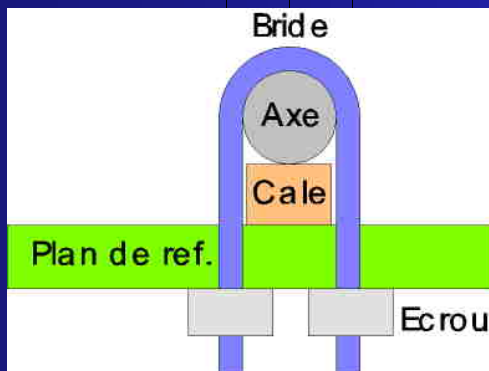


- ☞ Sol 3 : pas de guidage du tout, valable uniquement si l'axe du moteur n'a pas de jeu axial



# Conclusion

- ✓ Fabrication à la portée de tout modéliste
- ✓ Choisir des solutions simples :



- ✓ S'inspirer de ce qui a déjà été fait sur CNCNET
- ✓ Adapter la mécanique au besoin :
  - ☞ pour un club : utilisation de douilles à billes et axes rectifiés
  - ☞ pour un particulier : faire de la récup. (imprimante, telex...)

▶▶▶ **C'est à vous de jouer !!!** ◀◀◀