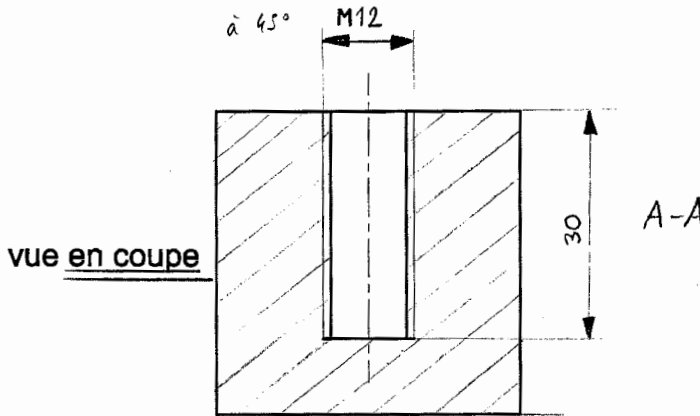
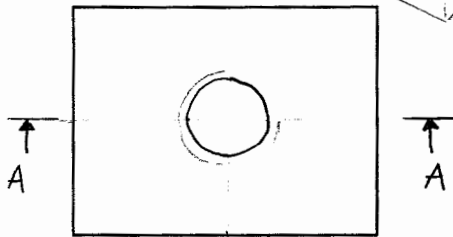
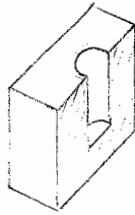


# EXERCICES

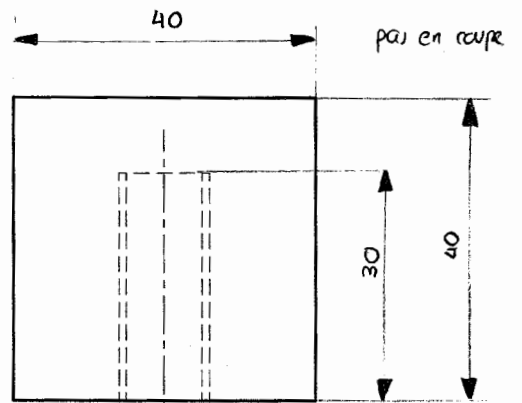


hachurer la vue  
coter le filetage

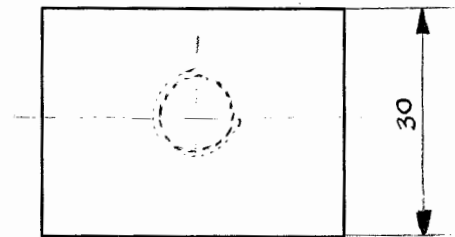


compléter la vue

vis M12 : Ø nominal du filetage ? 12



coter le filetage  
et la pièce



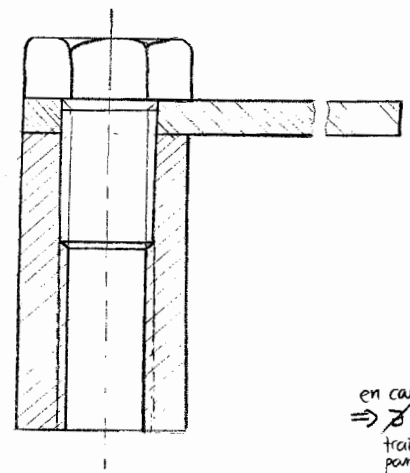
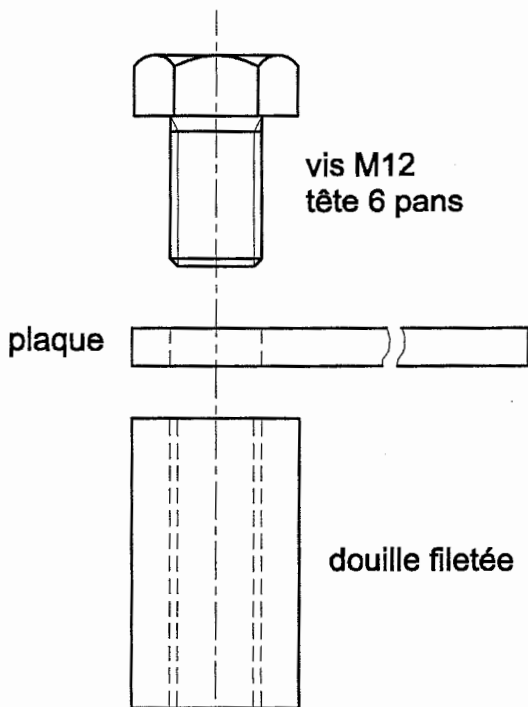
compléter la vue

pour M12 : Ø de perçage ? 10.2

(pour percer : 10,2 ; permet de faire intarant. à 2)

r.f. tables

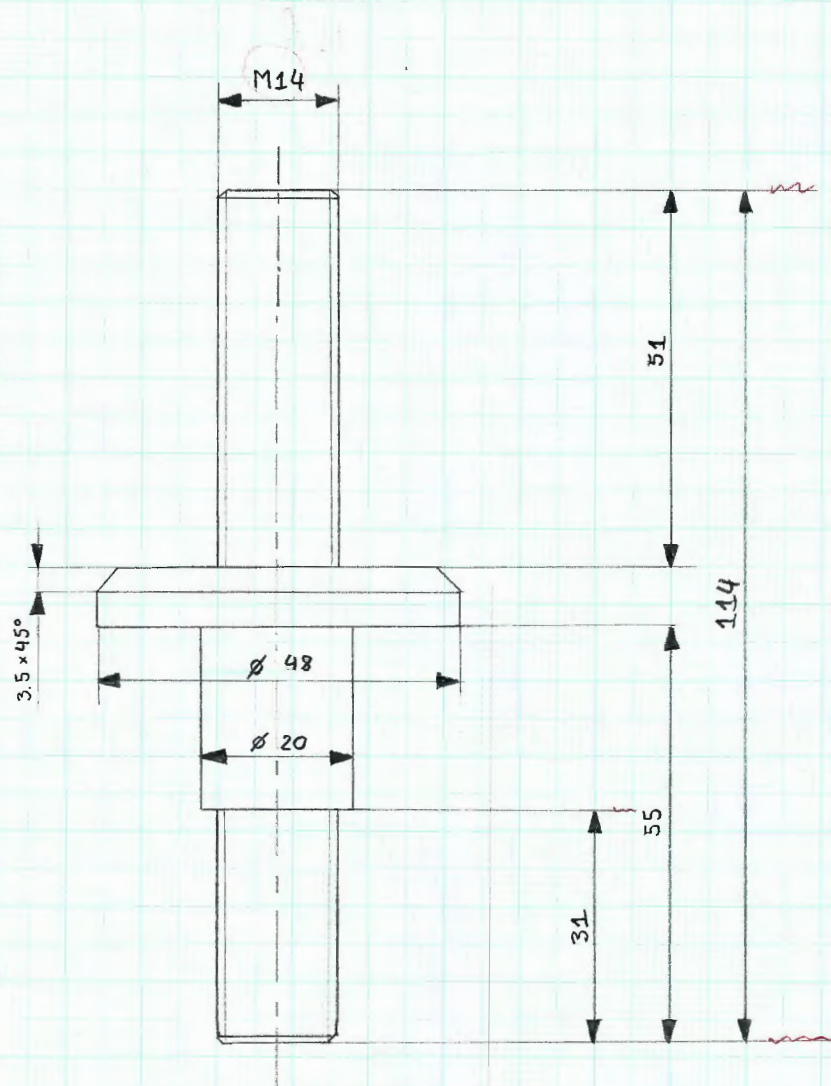
dessiner la vue d'ensemble en coupe  
(pièces assemblées)



en coupe  
⇒ décrire les  
traçailles  
par le filetage

Nom : Coppex François

# TRAVERSEE A VIDE 200A



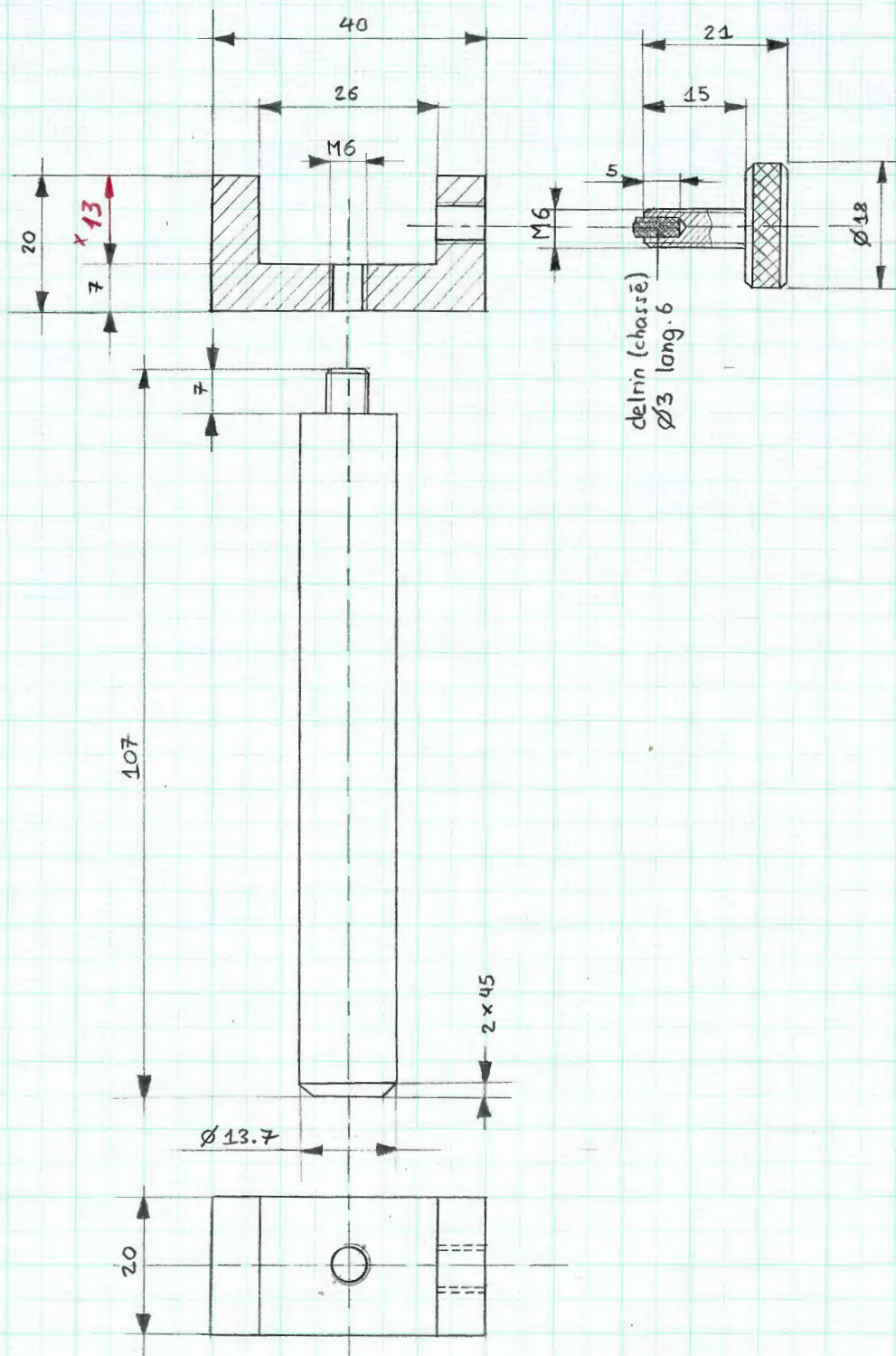
MATIERE: LAITON

ECHELLE: 1:1

NOM: COPPEX FRANÇOIS

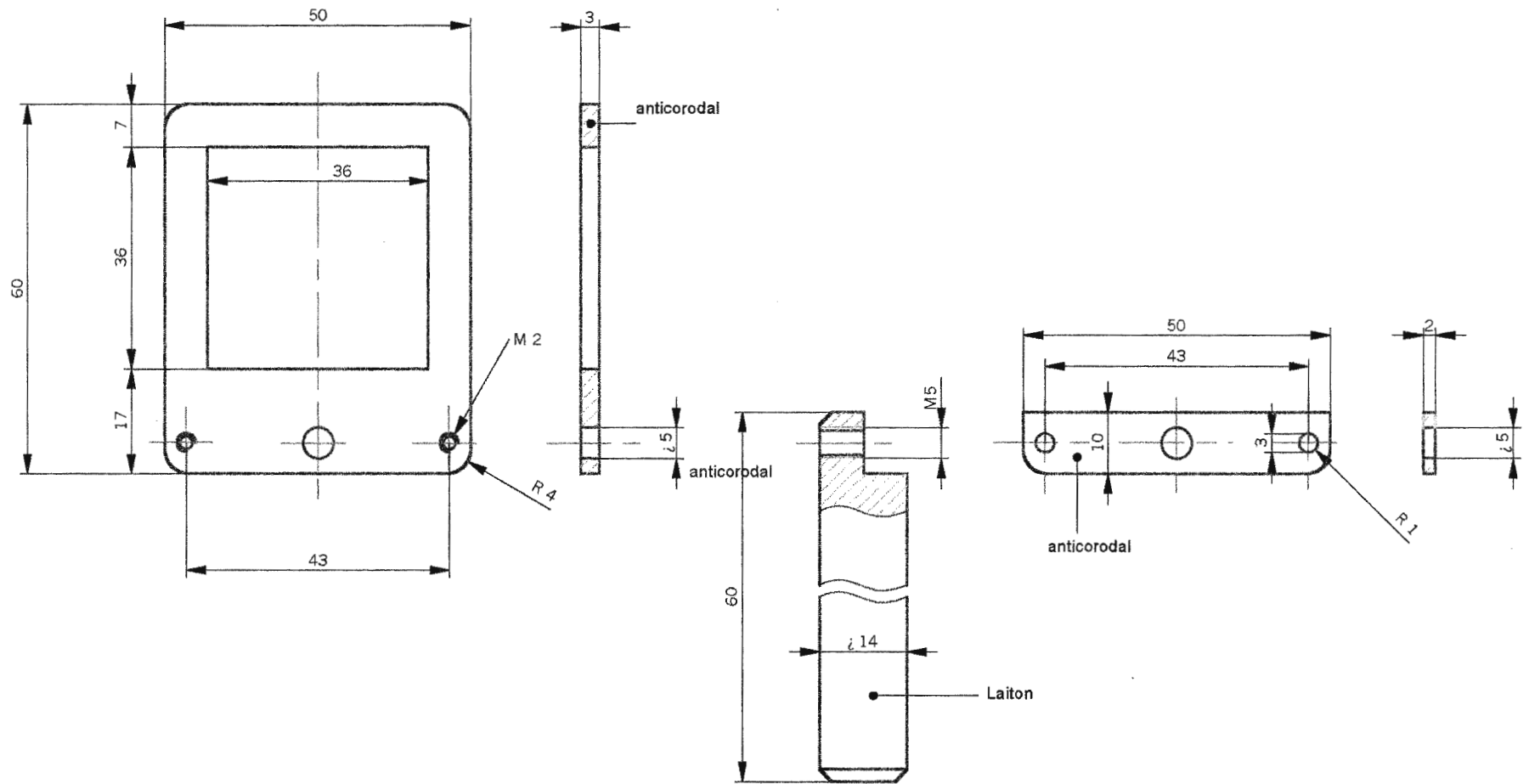
DATE: 17.11.98

# SUPPORT POUR GUIDE D'ONDES

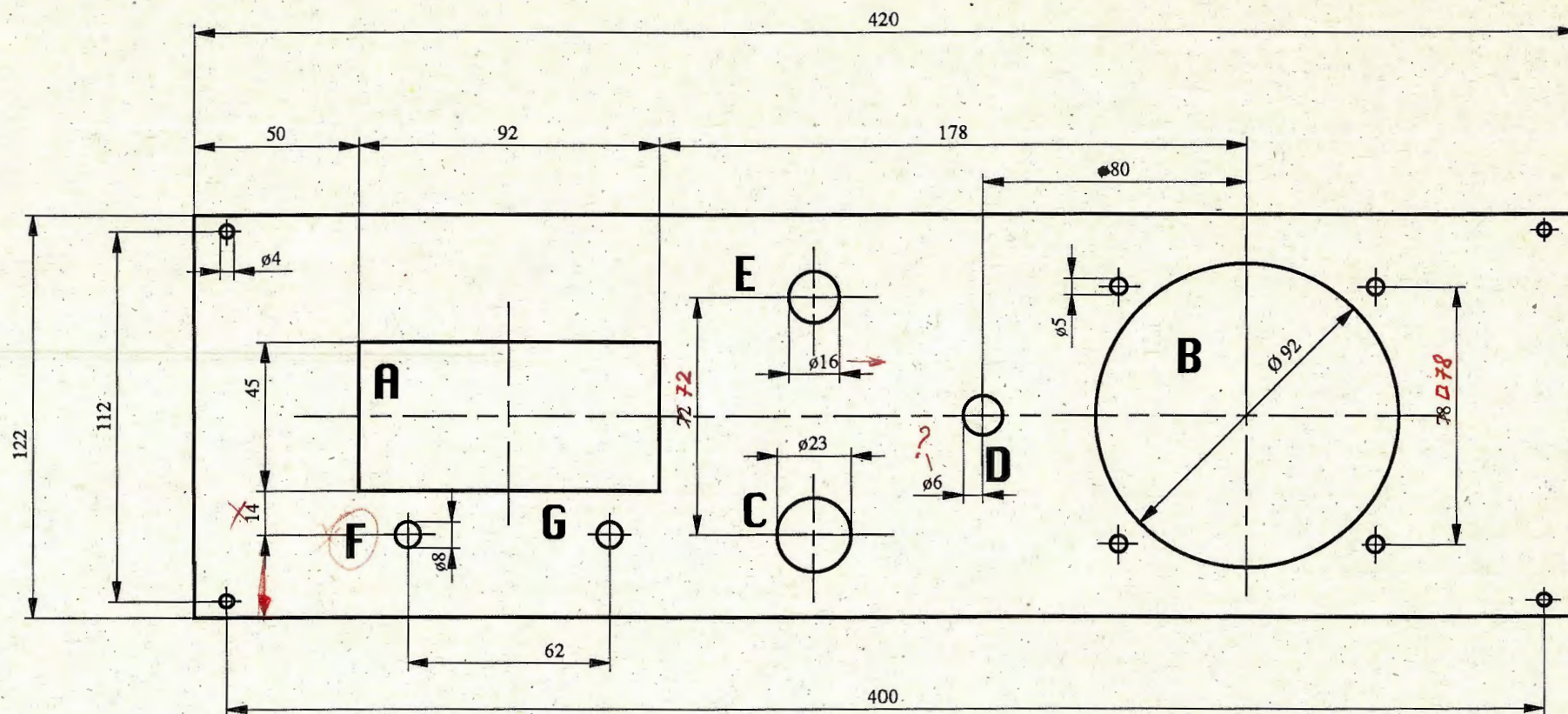


Matière : Laiton	
Echelle : 1:1	Date : 3.11.98
Coppex	François





Support de diapo	Echelle: 1:1	
François Coppex	Date: 1.12.98	



**A:** régulateur Metrawatt R0 2/01 horizontal avec sonde NiCr-Ni 20-1200°

**B:** Horloge SAIA K0A2, el 0-12 heures

**C:** Interrupteur général EA0 704960

**D:** Inverseur unipolaire Jaeger 2036,66

**E:** Porte-fusible Jaeger 595

**F:** Douille rouge Jaeger 588,7

**G:** Douille noire Jaeger 58,7

**H:** Relais Elesta KR 8S+ZB 46 (montage dans rack)

**I:** Boîtier Elma type 148 (1482-12)

Panneau frontal pour  
régulation de four

François Coppex

Echelle: 1:2

15.12.1998

# RÉALISATION D'UNE INSTALLATION A VIDE

## Pour Loi de Paschen

### Cahier des charges

- I) Il s'agit de dimensionner et représenter schématiquement une installation à vide destinée à une expérience en vue de vérifier la loi de Paschen.  
 ↳ pompes: vide grossier + turbo moléc, tube d'arrivée de gaz de l'enceinte
- II) Dessiner la chambre ou tube de décharge avec un électrode fixe et un électrode mobile.  
 choix des pompes dans les catalogues: <sup>10<sup>-7</sup> torr</sup> mettre une liste des: - pompes utilisées - vannes utilisées

### Exigences:

- Le vide résiduelle dans l'enceinte doit être  $\leq 5 \cdot 10^{-7}$  torr
- Pression de travail pendant la décharge  $10^{-3} \leq P_T \leq 10$  torr
- Volume à évacuer 10 litres
- Temps de pompage idéal < 10 min.
- Tension de décharge 0 - 10 kV

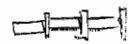

L'appareil doit comprendre les sous-ensembles suivants:

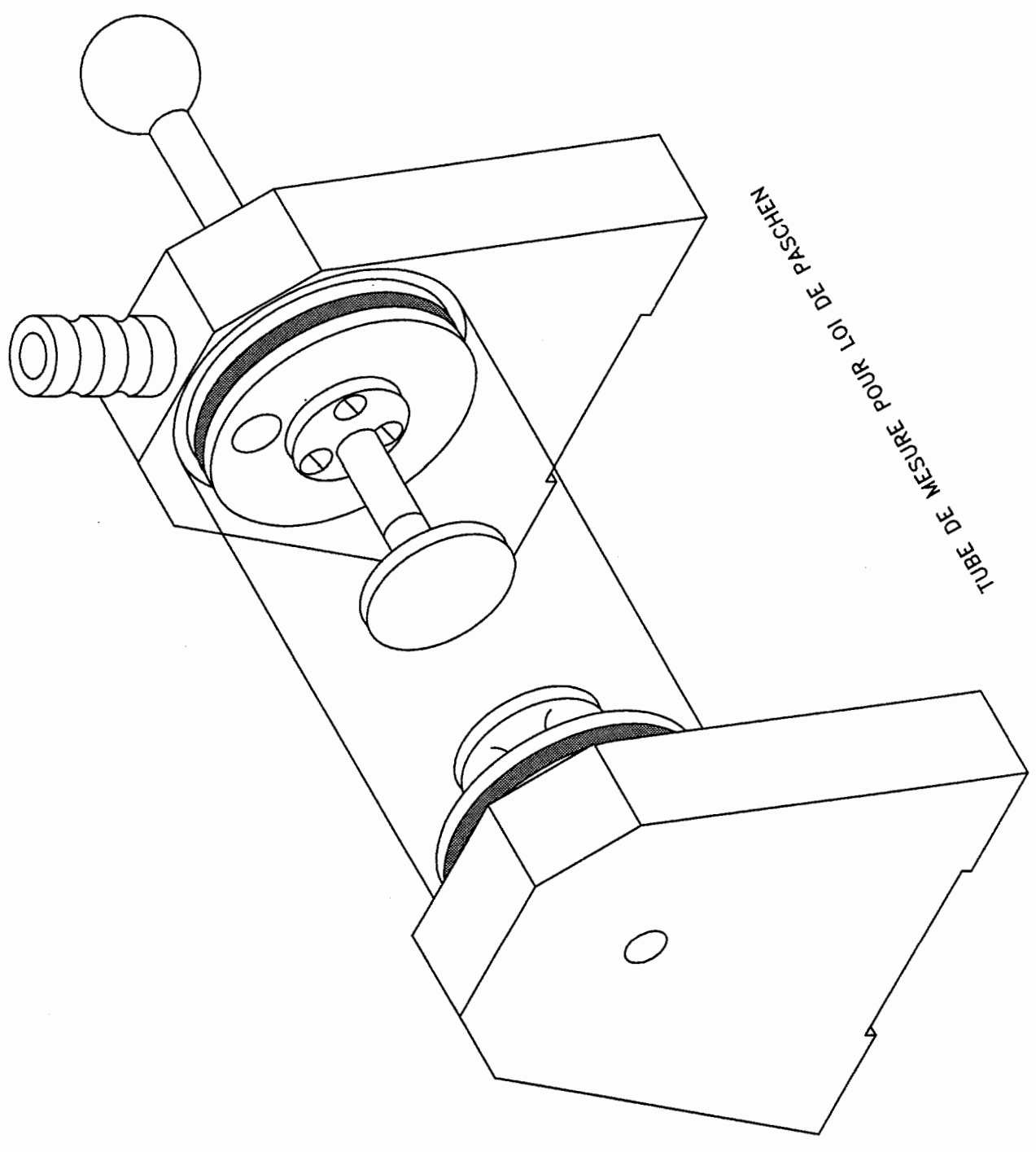
- A) **Enceinte de décharge:** Entrées des gaz de test: prévoir une entrée pour au moins 4 gaz différents, air, He, Ne, Ar  
 Passages électriques, haute tension: isolation électrique  
 Passages à vide
- B) **Groupe de pompage:** Pompe primaire: définir le type de pompe la plus appropriée (p.ex. diffusion / turbo moléculaire)  
 Pompe secondaire (type appropriée) (p.ex. palettes)
- C) **Appareils de mesure de vide:** Pressions totales, types de jauges
- D) **Diverses vannes:** Vannes normales et de microfuite

Dessiner le schéma sur papier millimétré ou à l'aide de l'ordinateur  
 Dessiner la chambre à l'aide du logiciel Ashlar-Vellum  
 Consulter les divers catalogues pour le VIDE de Balzers, etc.

Problèmes: - contamination des surfaces par les gaz résiduels (gaz résiduels qui se collent sur la surface de l'échantillon pour étudier la physique des surfaces il faut un très bon vide)  
 - perte d'E. cin par les particules ionisées  
 - fuites (réelles et virtuelles: forçage et air entre la vis et le taraudage) et vide

flux moléculaire  $\equiv$  nb. de molécules par couche atomique.

Conductance: 1) régime laminaire:  $C_v = \frac{380 D^3}{L} \cdot P_n \rightarrow C_v = 16.5 \frac{e}{s} (10^{-3} \text{ torr}, 1 \text{ cm}) \rightarrow$  petite ouverture OK (pompe primaire)  
 2) régime moléculaire:  $p < 10^{-3} \text{ torr}; L > 5 \text{ cm}; L \uparrow \Rightarrow C_v \downarrow$ : ouverture grande; longueur réduite  
 3) Conduct. en série:  $\frac{1}{C_{tot}} = \sum \frac{1}{C_i}$    
 3) Conduct. en parallèle:  $C_{tot} = \sum C_i$  

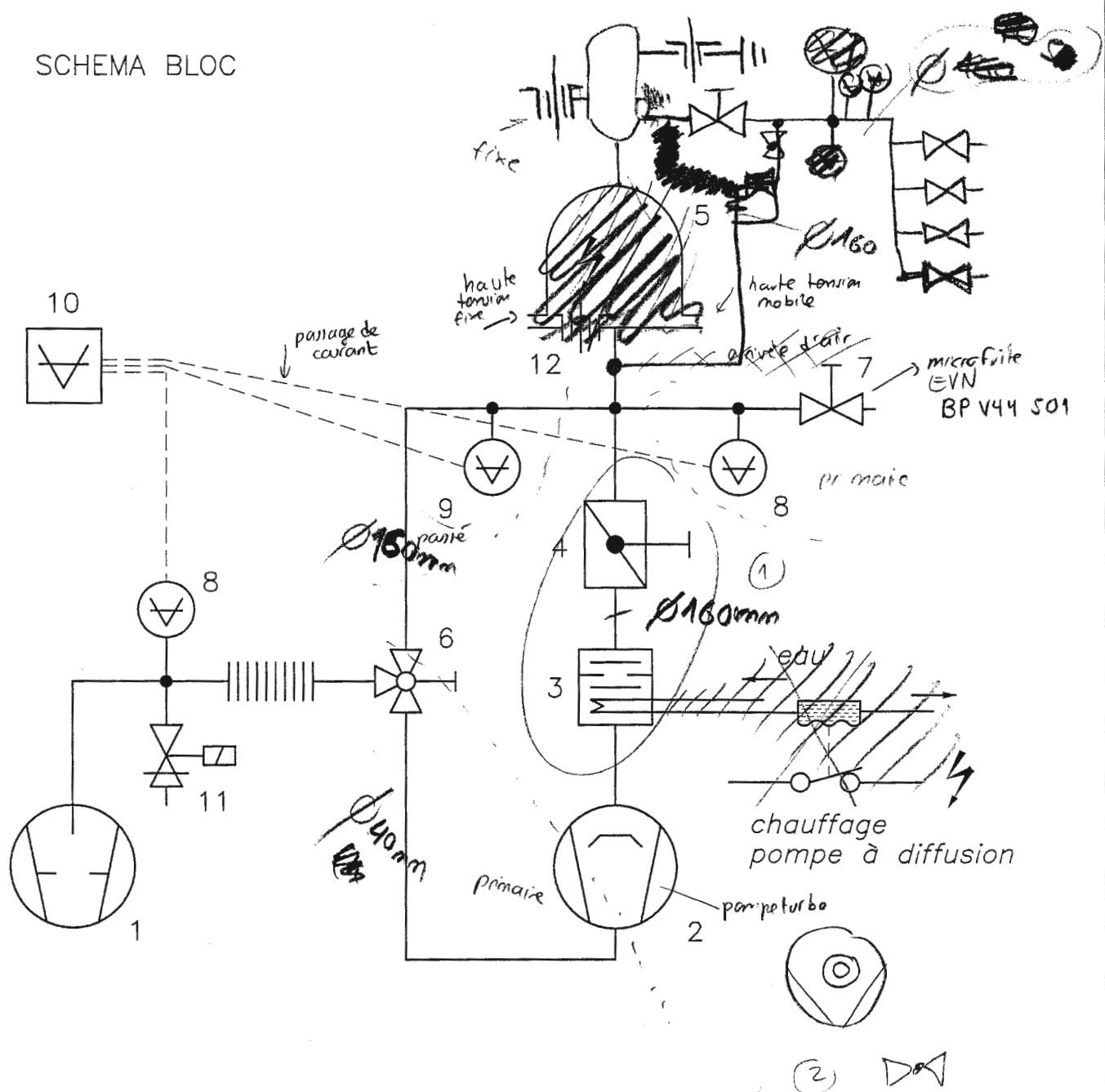


TUBE DE MESURE POUR LOI DE PASCHEN



# INSTALLATION D'EVAPORATION SOUS VIDE

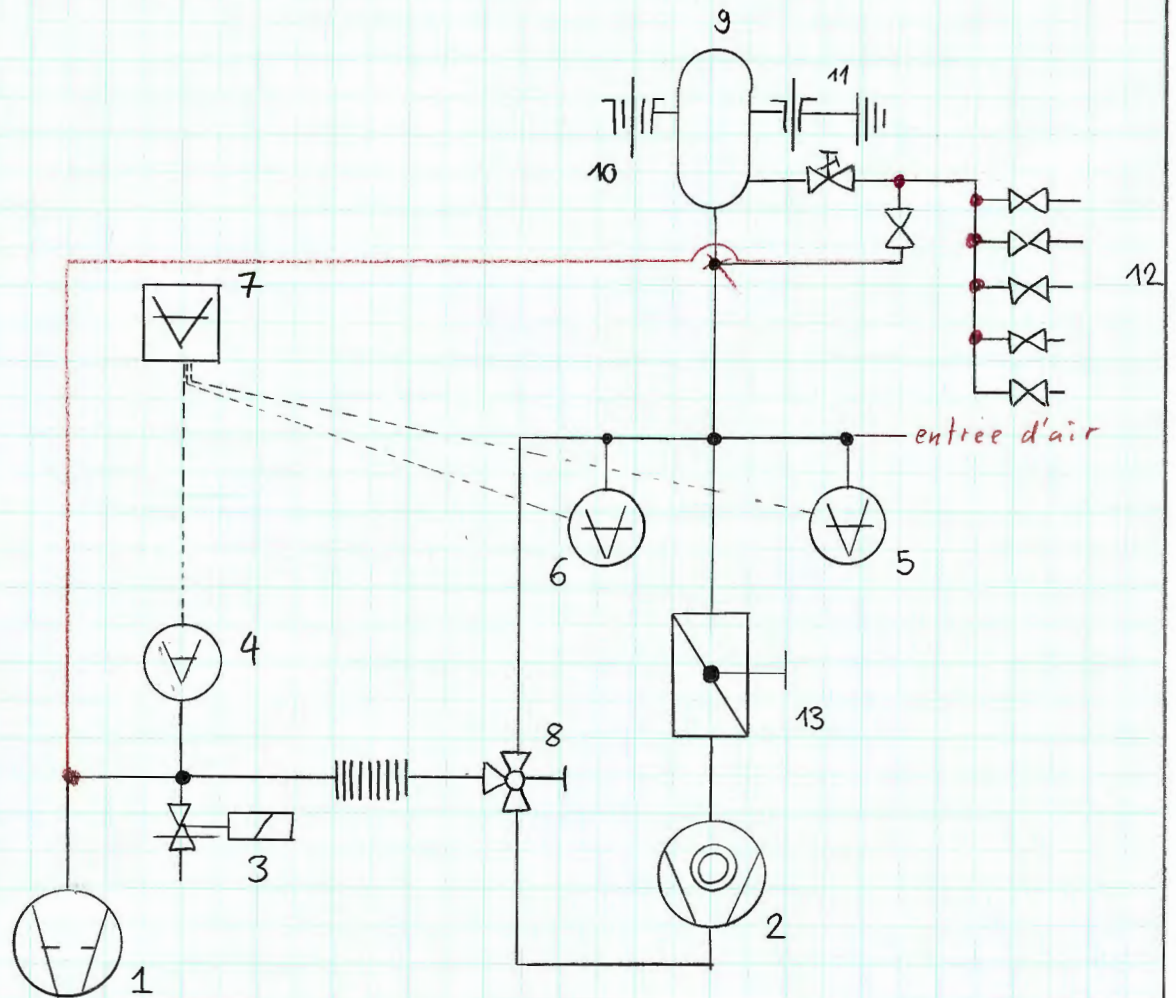
SCHEMA BLOC



- |                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Pompe à palettes  | 7. Entrée d'air                      |
| 2. Pompe à diffusion | 8. Jauge à vide préliminaire         |
| 3. Baffle            | 9. Jauge à vide poussé               |
| 4. Vanne à plateau   | 10. Coffret de mesure du vide        |
| 5. Enceinte à vide   | 11. Entrée d'air (vanne électrique)  |
| 6. Vanne à 3 voies   | 12. Entrée électrique (fort courant) |



# INSTALLATION D'EVAPORATION SOUS VIDE POUSSÉ

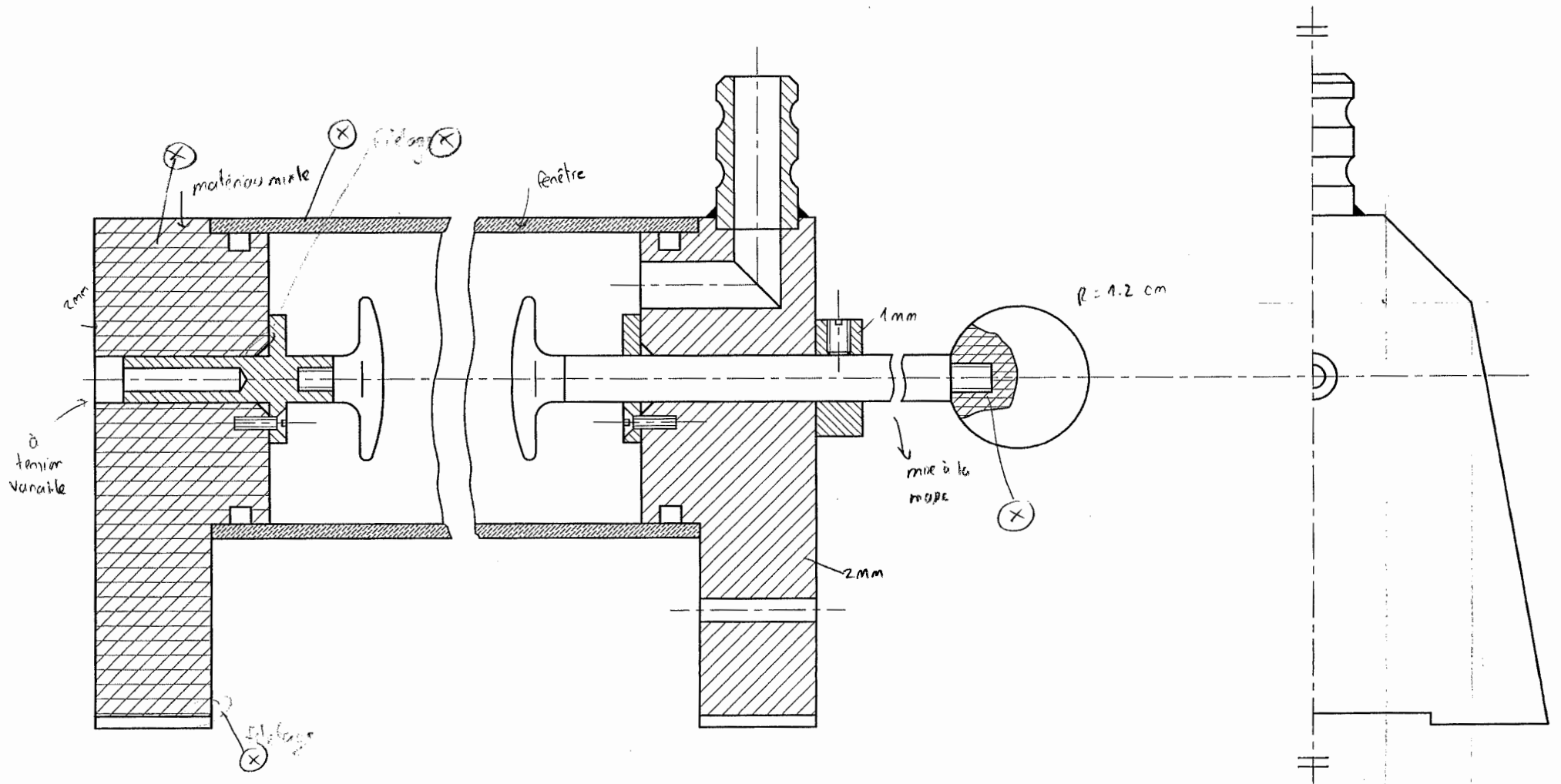


1. Pompe à palettes
2. Pompe turbo moléculaire
3. Entrée d'air (vanne électrique)
4. Jauge à vide préliminaire
5. Jauge à vide préliminaire
6. Jauge à vide poussé
7. Coffret de mesure du vide
8. Vanne à 3 voies
9. Enceinte à vide

10. Entrée électrique (fort courant)
11. Mise à terre coulissante avec bride
12. Vannes par les différents gaz
13. Vanne à plateau

Installation d'évaporation	
François Coppex	12.01.99

# TUBE DE MESURE POUR LOI DE PASCHEN



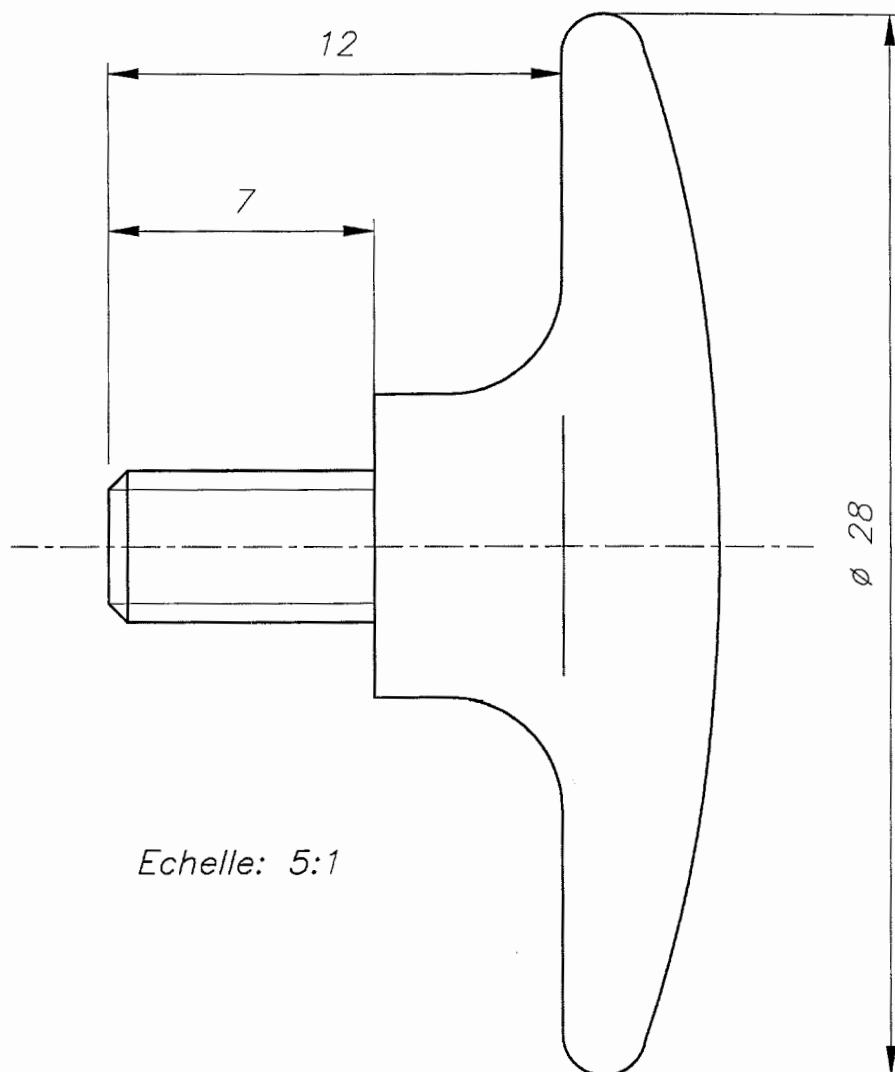
Tube de verre: Ø ext. 55, Ø int. 50, long. 250

Echelle : 1:1

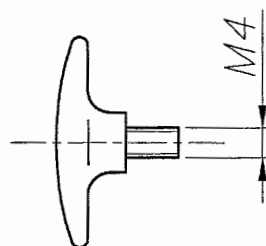
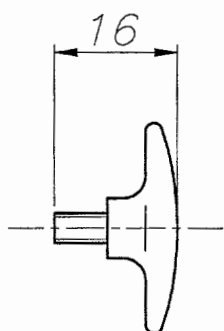
Date

Nom, Prénom

alc - 157



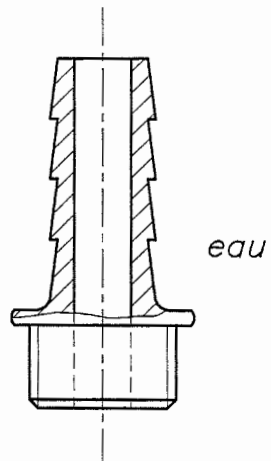
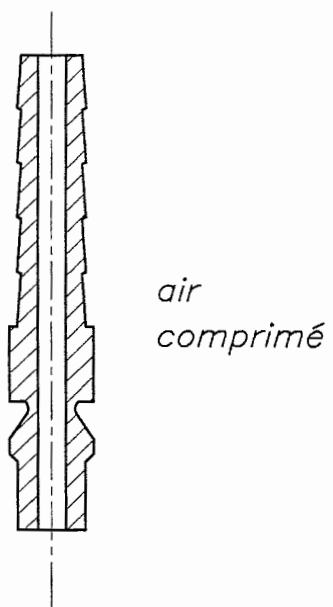
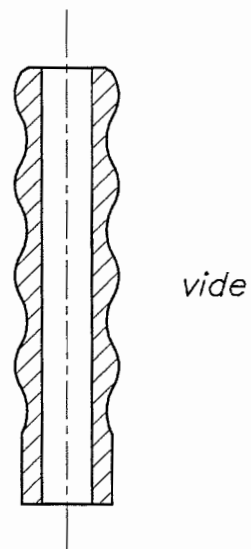
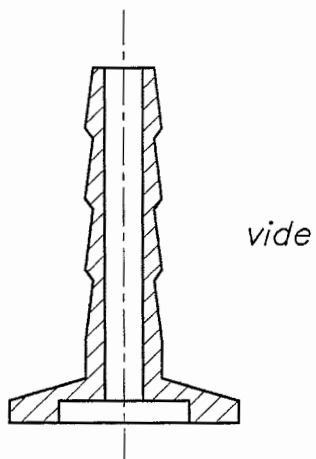
Echelle: 5:1



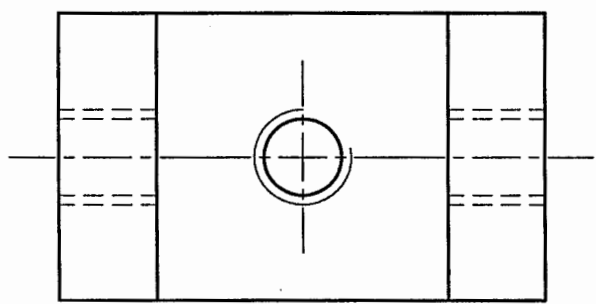
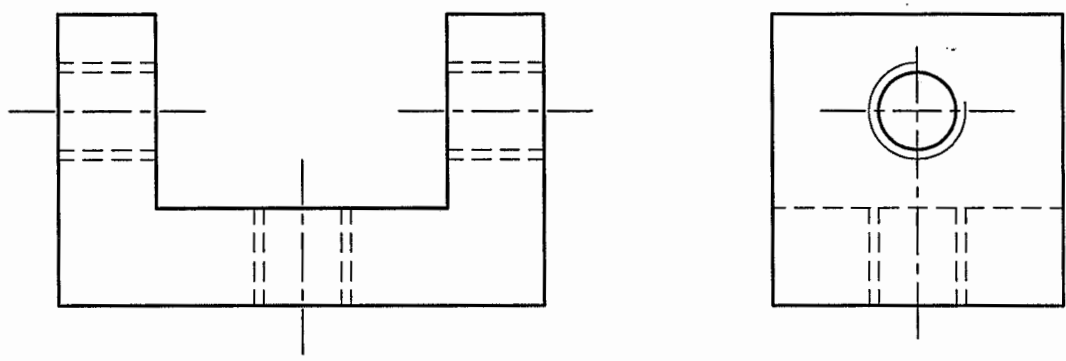
Echelle: 1:1



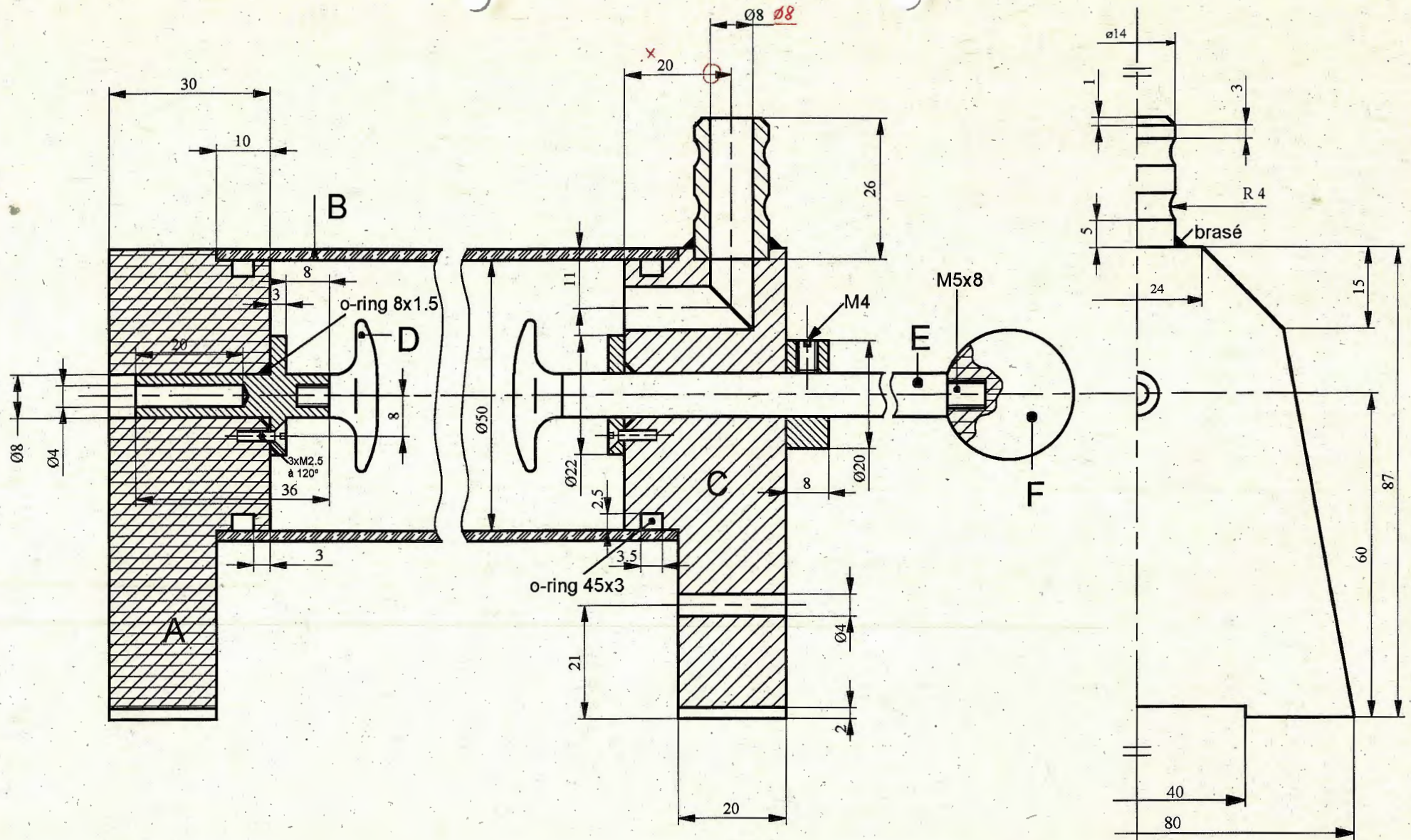
## OLIVES



# Arêtes et filetages cachés



Projection orthogonale d'une pièce non coupée



- A: Support, matière : plexiglas  
 B: Tube de verre:  $\varnothing_{\text{ext.}} 50$ ,  $\varnothing_{\text{int.}} 50$ , long. 250  
 C: Support, matière : laiton  
 D: 2 x électrode (cf. schéma poignée), matière : plaqué or  
 E: Tige coulissante  $\varnothing 8$ , longueur 300, matière : laiton  
 F: sphère  $\varnothing 25$ , matière : microfil

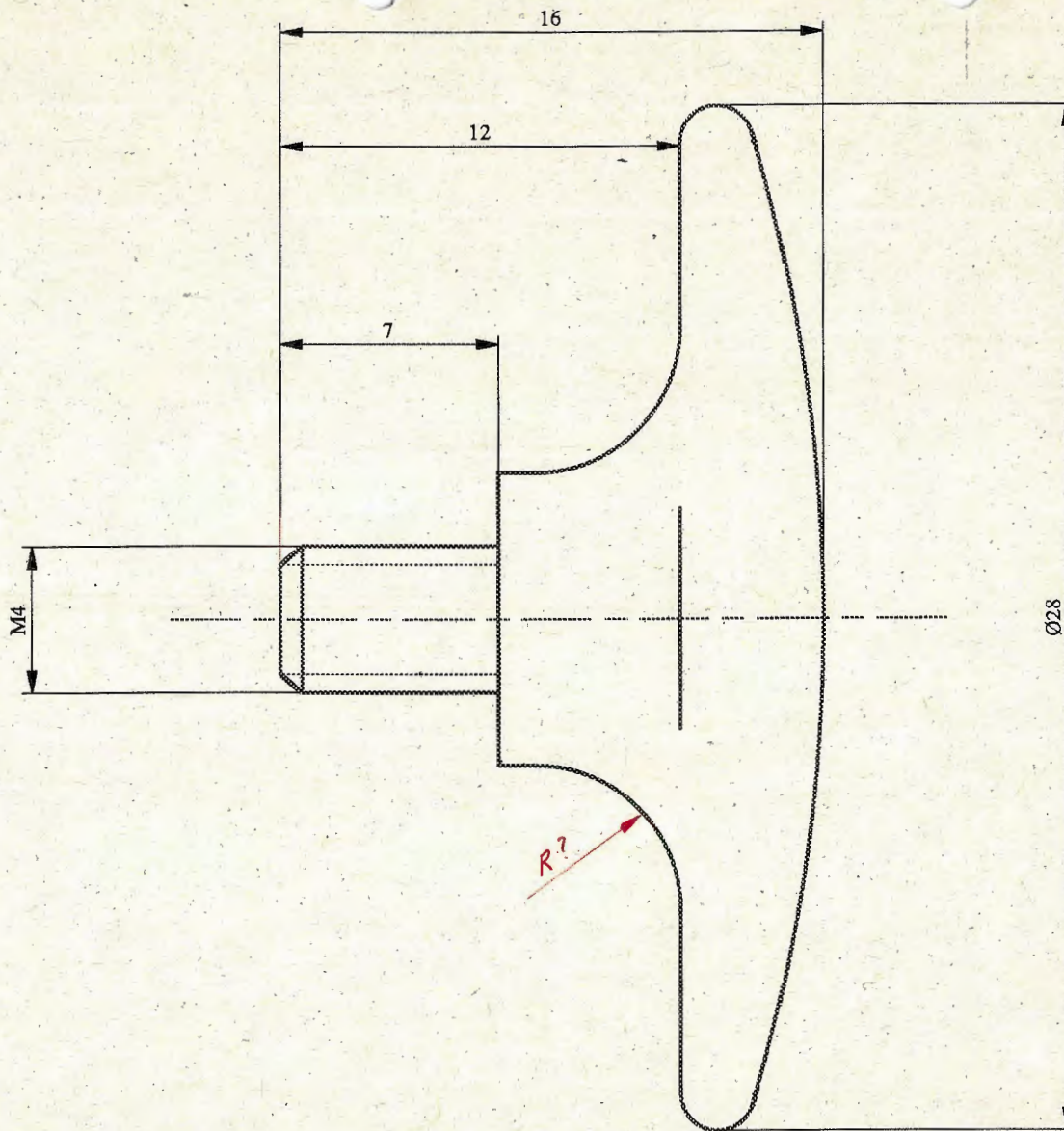
Tube de mesure pour la loi de Paschen  
(enceinte à vide)

Echelle : 1 : 1

Francois Copp

26.01.99





Electrode pour tube de mesure  
pour la loi de Paschen

Echelle : 5: 1

Francois Copex

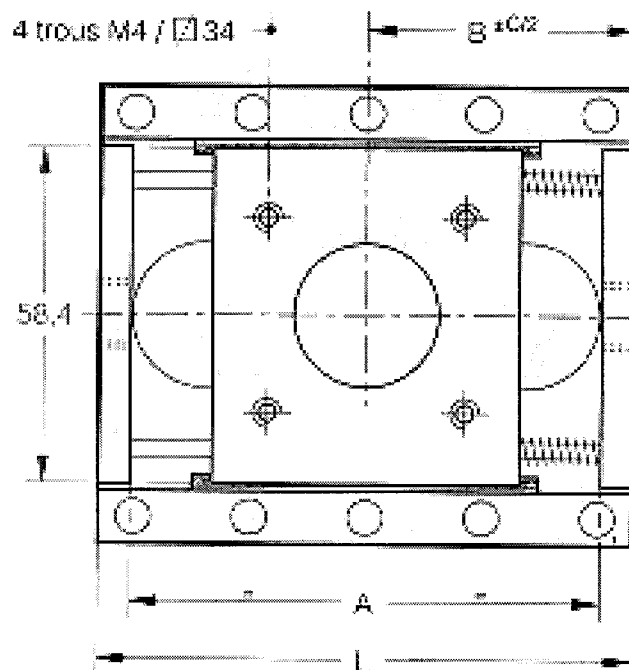
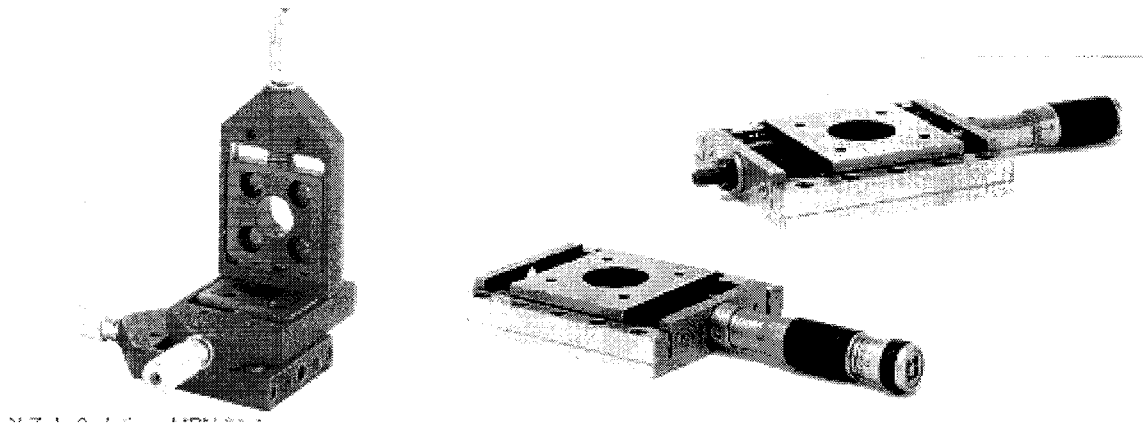
19.01.99

# TECHNIQUES DE LABORATOIRE

---

## EXERCICE

A) Mouvement YZ d'un support pour tube laser (selon modèle)



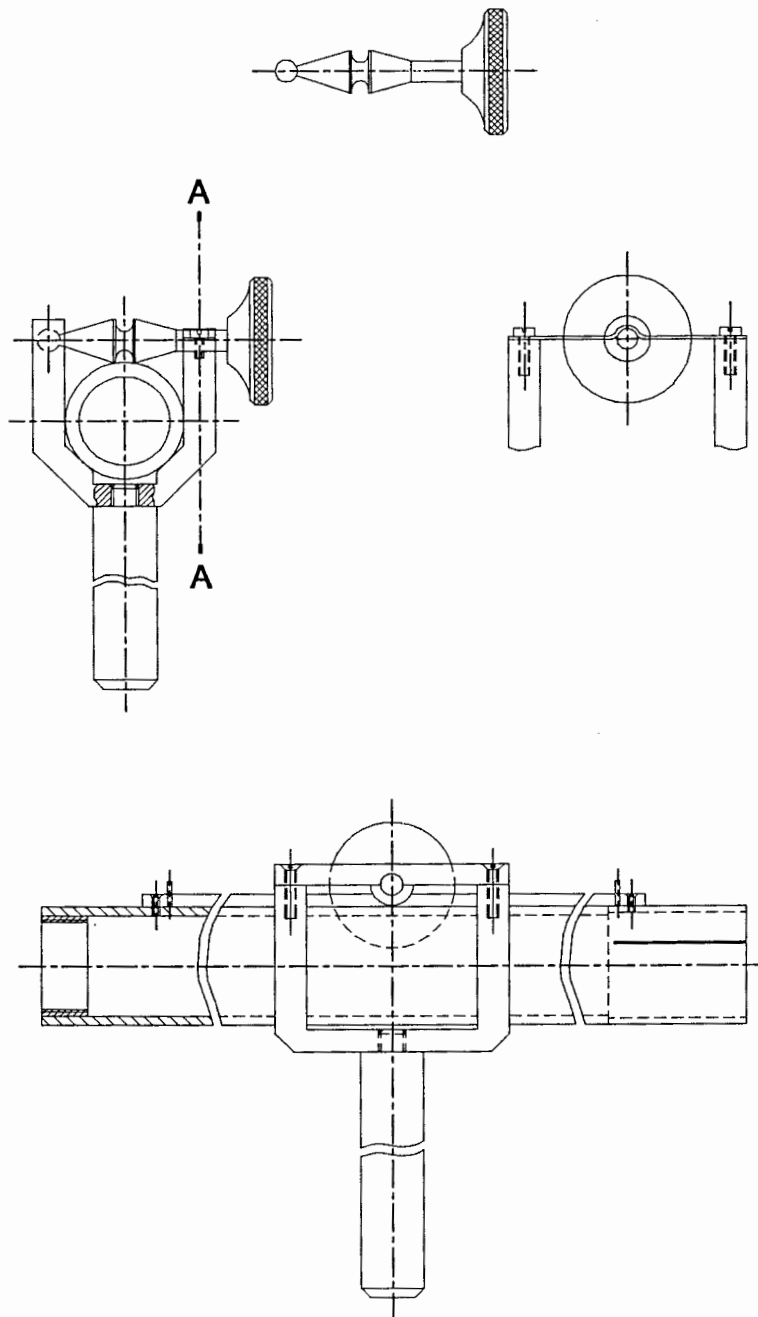
B) Mouvement X de deux supports pour fibres optiques (selon modèle)

## TECHNIQUES DE LABORATOIRE

### *EXERCICE*

Tirage de microscope sur banc d'optique.

Vues principales.





## TECHNIQUES DE LABORATOIRE

### EXERCICE

#### Déplacement de supports: optiques, de positionnement, etc.

#### Technologie de déplacement

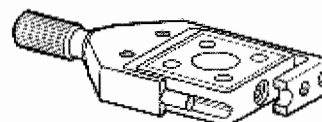
La qualité du déplacement dépend principalement de l'entraînement et du guidage

I) L'entraînement peut être obtenu par différents dispositifs de couplage

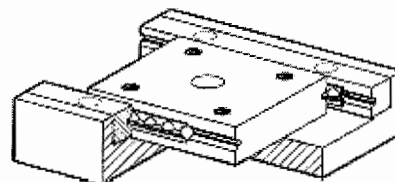
- a) Une vis solidaire du chariot un dispositif pignon crémaillère;
- b) Une courroie crantée
- c) Une bille à l'extrémité d'une vis d'entraînement avec réaction par ressorts
- d) Par frottement entre une pièce en rotation et un guide fixe.

II) Le guidage est obtenu par un ensemble des glissières qui assurent le déplacement du chariot directement ou par l'intermédiaire des billes ou de galets:

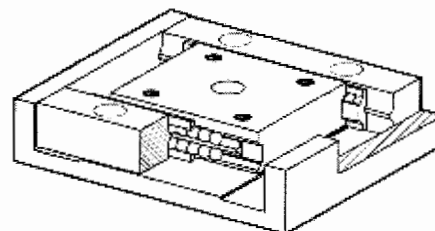
- a) Guidage plastique
- b) Guidage à simple chemin de billes
- c) Guidage à double chemin de billes



*guidage plastique G1 (MR 01.4)*



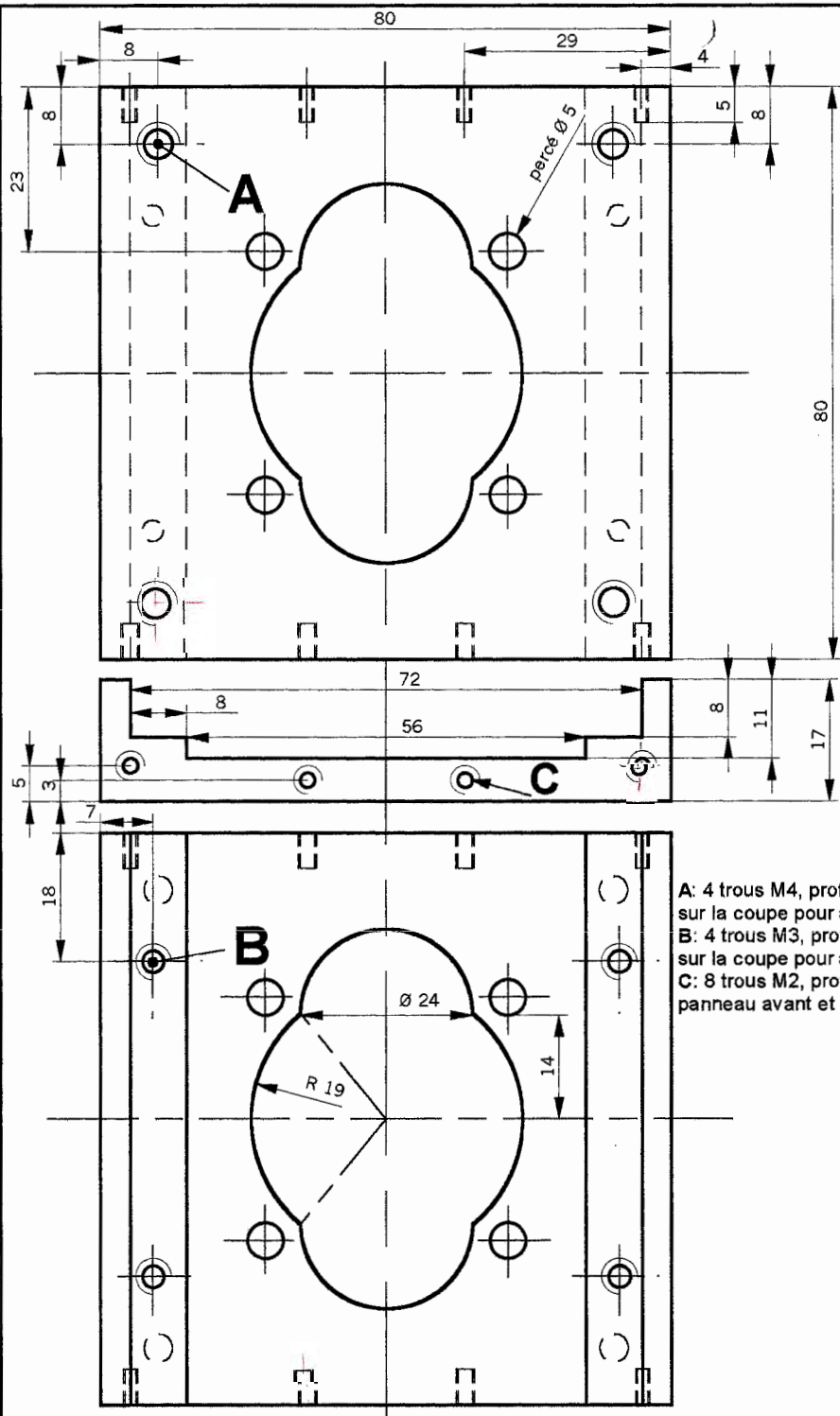
*simple chemin de billes G2*



*double chemin de billes G3*

#### Projets au choix:

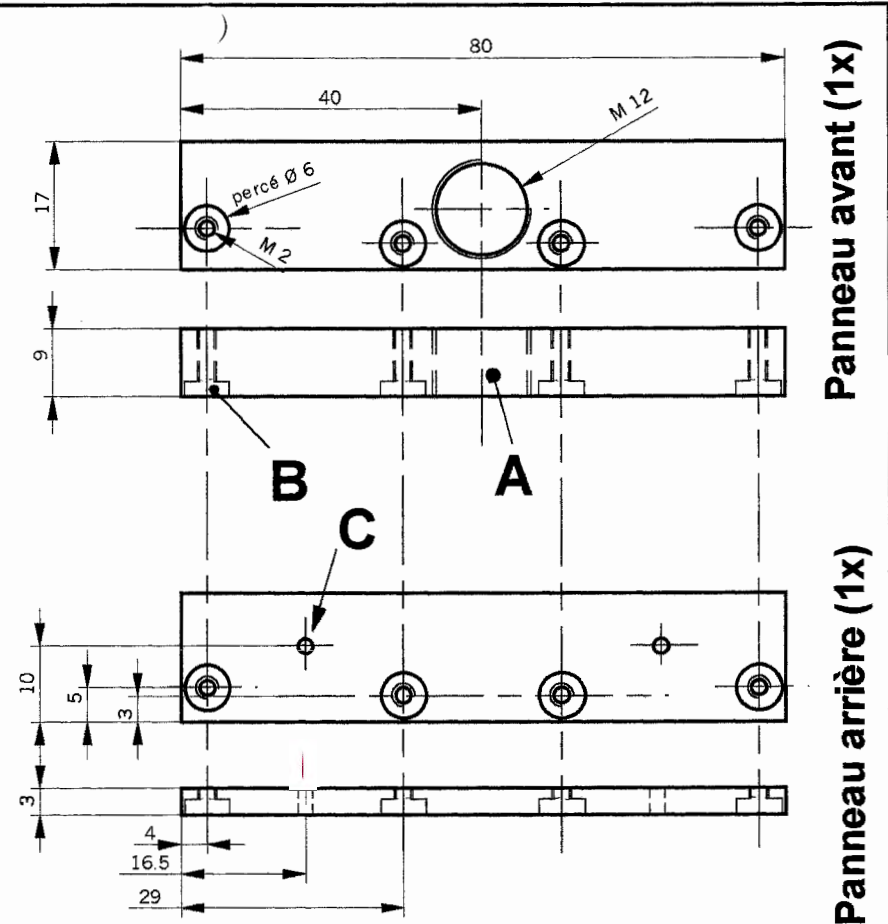
- A) Mouvement YZ d'un support optique
- B) Mouvement X de deux supports (alignement de fibres optiques)
- C) Tirage de microscope sur banc optique



Vue de dessous  
**Support principal (1x)**  
 Coupe

- A: 4 trous M4, profondeur 6 (pas dessiné sur la coupe pour alléger le dessin)
- B: 4 trous M3, profondeur 6 (pas dessiné sur la coupe pour alléger le dessin)
- C: 8 trous M2, profondeur 5, pour fixation panneau avant et arrière

Vue de dessus



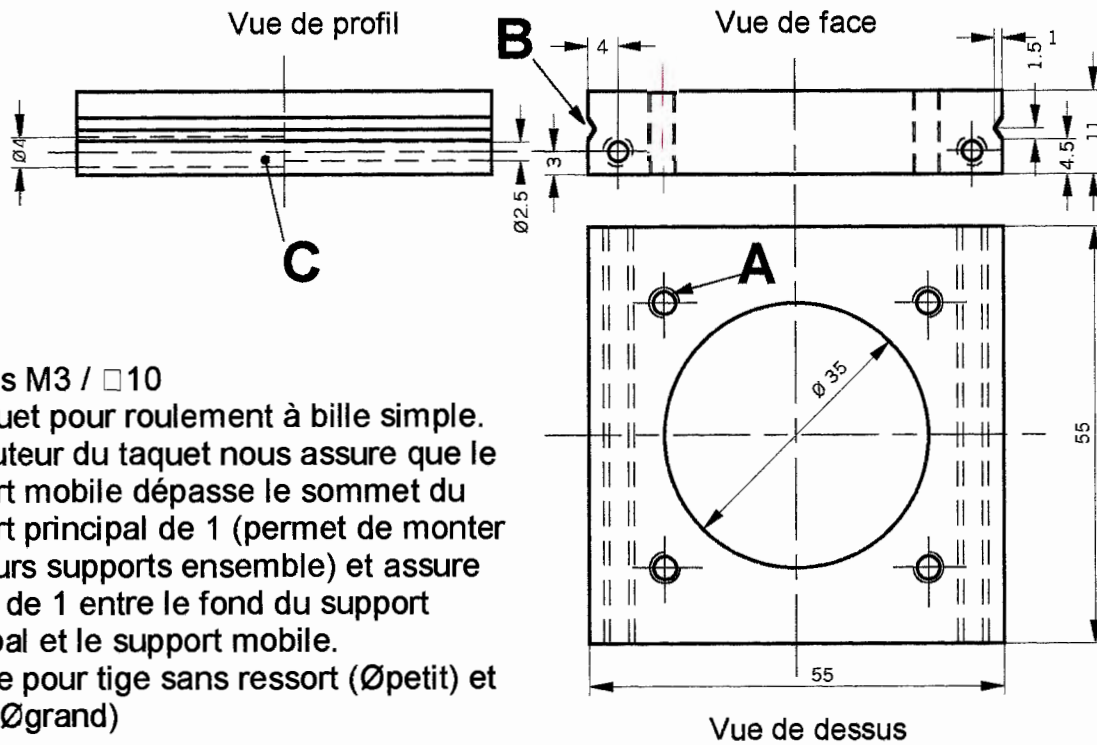
**Panneau avant (1x)**

**Panneau arrière (1x)**

- A: A commander: butte micrométrique BM 17.51, course 51, Ø intérieur 12
- B: 4 trous pour vis de fixation du panneau : M2, tête cylindrique Ø6 et profondeur 2. Longueur des vis pour panneau avant: 12 à 14. Longueur des vis pour panneau arrière: 6 à 8.
- C: percé Ø2 pour enfillement tige métallique

Support optique / de positionnement / laser, etc.	Echelle : 1:1	
François Coppex	26.03.99	

## Support mobile (1x)



A: 4 vis M3 / □10

B: taquet pour roulement à bille simple. La hauteur du taquet nous assure que le support mobile dépasse le sommet du support principal de 1 (permet de monter plusieurs supports ensemble) et assure un jeu de 1 entre le fond du support principal et le support mobile.

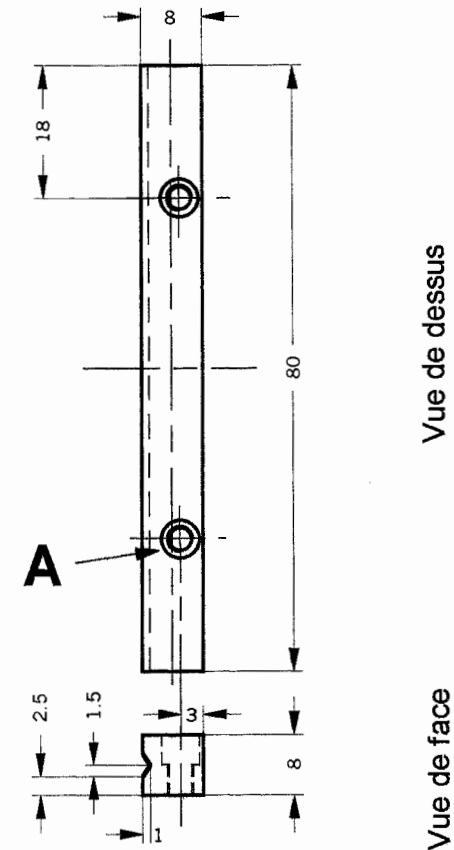
C: tube pour tige sans ressort (Øpetit) et avec (Øgrand)

### Pièces à commander

- 1) 2 ressorts Ø3.5, longueur détendu: min 60
- 2) 2 tiges métalliques Ø2, longueur 80
- 3) 2 roulements à bille à chemin simple, longueur 40 à 70
- 4) 1 butte micrométrique BM 17.51, course 51, Øintérieur 12

Pour obtenir un dispositif à déplacement YZ il convient de construire 2 unités.

## Traverse pour roulement à billes (2x)



A: 2 trous pour vis de fixation de la traverse sur le support principal: M3, tête cylindrique Ø5 et profondeur 4. Longueur des vis: 7 à 9

Supporte optique / de positionnement / laser, etc.

Echelle : 1:1

François Coppex

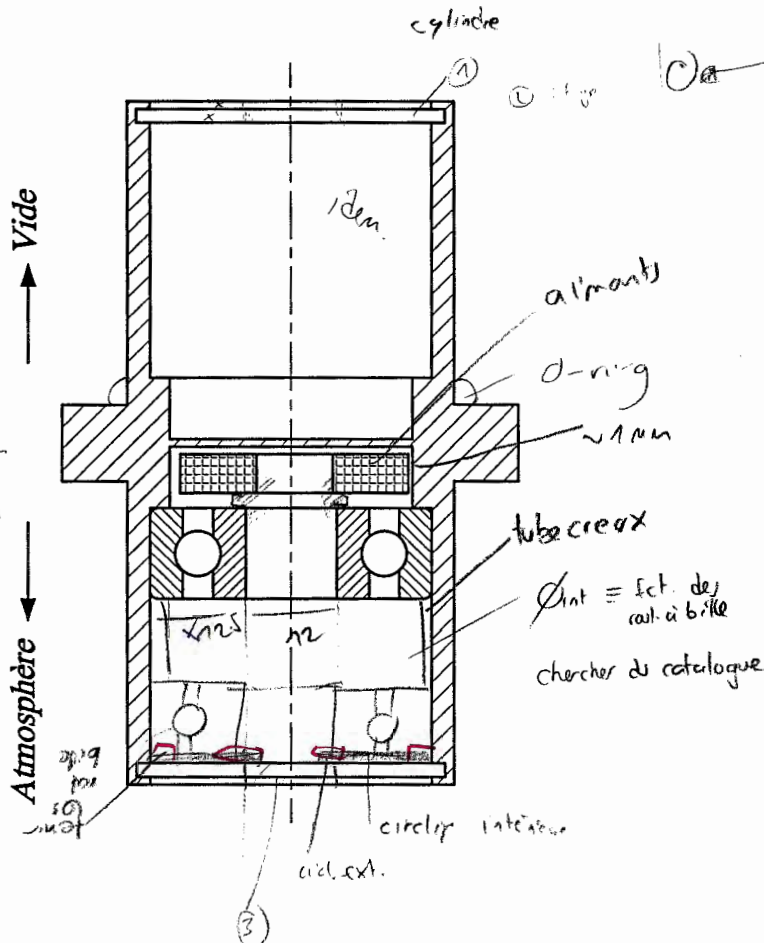
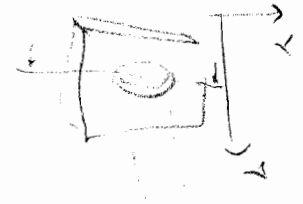
26.03.99



# TECHNIQUES DE LABORATOIRE

Projet: porographe

## Passage à vide rotatif



**Matériel:**

1 o-ring 48 x 3

2 aimants Philips  
n° 4312 020 62270

4 roulements  
Vemadur n° 6301  
Ø int: 12, Ø ext: 37 longueur 12

2 circlips intérieur  
2 circlips extérieur

**Dimensions:**

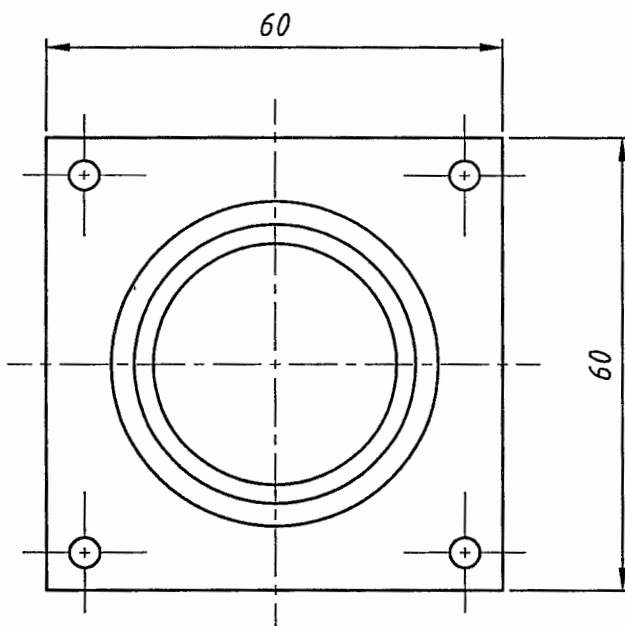
**Roulement:**  
Ø int. 12  
Ø ext. 37  
Ep. 12

**Aimant:**  
Ø int. 10  
Ø ext. 30  
Ep. 5

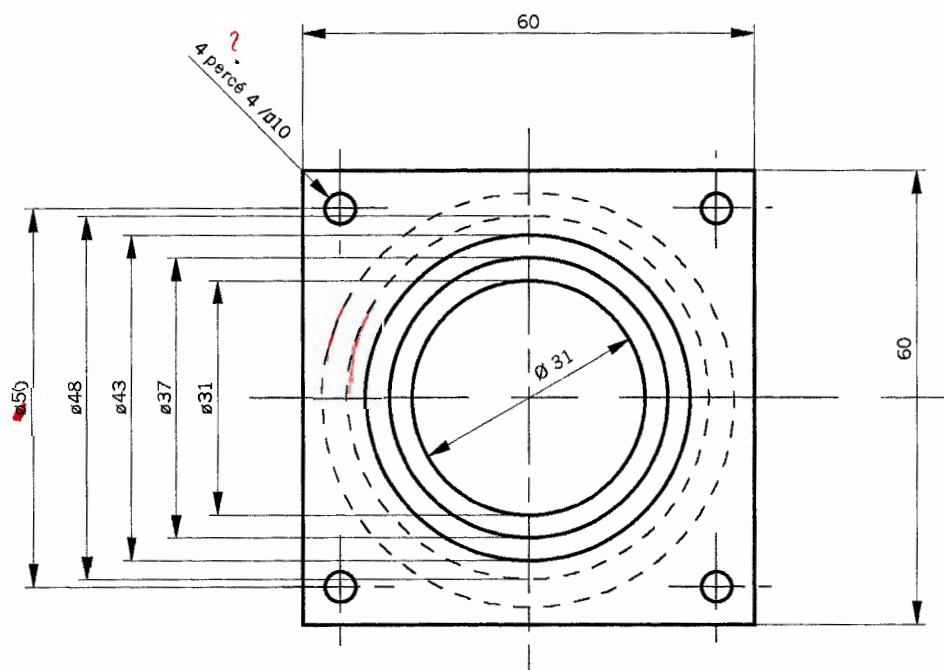
**Matière:**

Acier inox  
ou  
Anticorodal

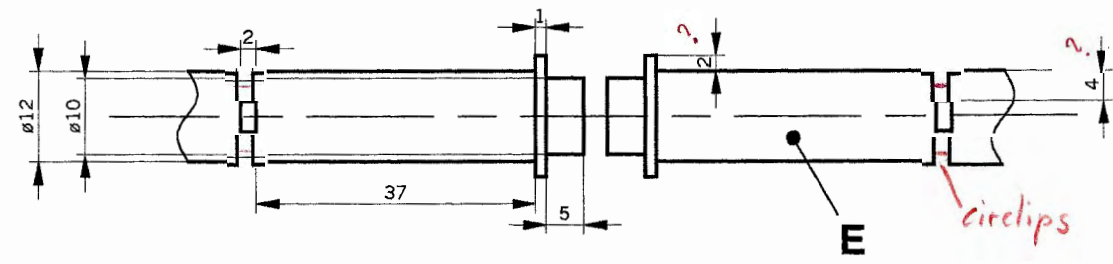
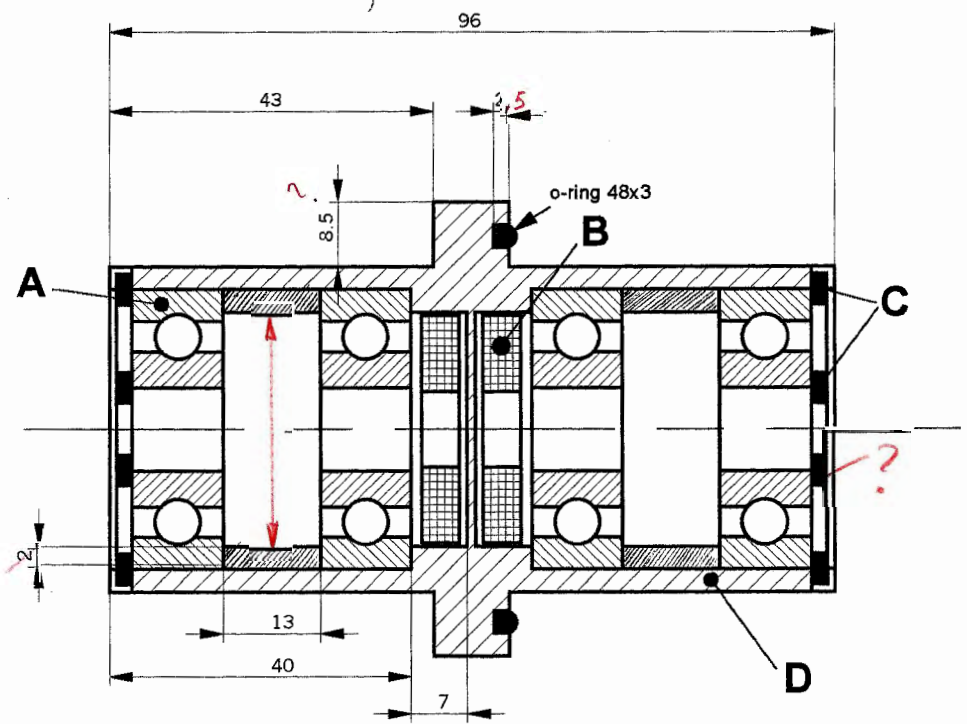
Echelle: 1:1



6 3<sup>u</sup>  
2 el.



**Vue de dessus**



**Coupe**

- A: 4 roulements Vemadur n°6301  $\varnothing$ int.13,  $\varnothing$ ext.37, Ep.5.
- B: 2 aimants Philipps n°4312 020 62270  $\varnothing$ int.10,  $\varnothing$ ext.30, Ep.5.
- C: 2 circlips intérieurs ( $\varnothing$ int.6), 2 circlips extérieurs ( $\varnothing$ int.34), ep.2., larg.4
- D: support principal matière acier (vide poussé: anticorodal)
- E: tige mobile acier (chassée dans l'aimant)

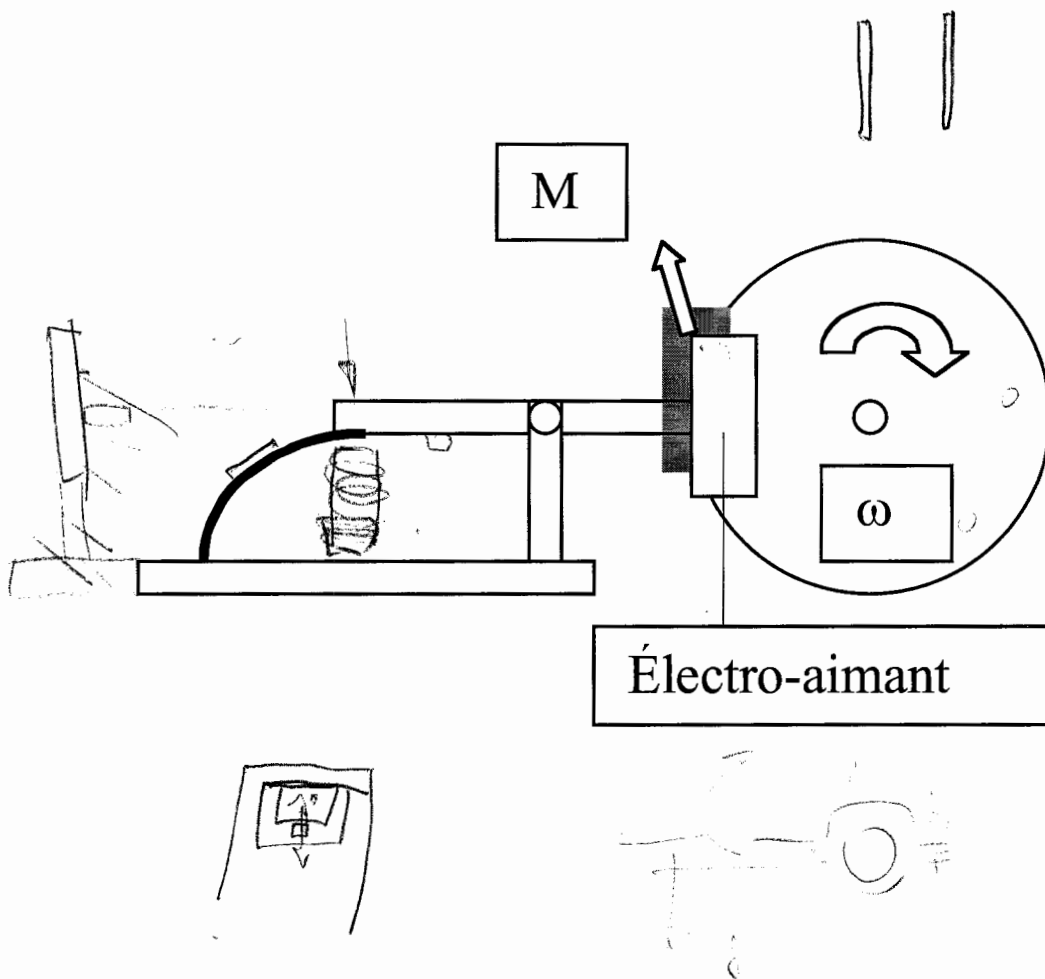
<b>Passage à vide rotatif</b>	<b>Echelle 1:1</b>	
<b>Francois Coppex</b>	<b>26.03.99</b>	

## TECHNIQUES DE LABORATOIRE

### Mesure du couple par frein magnétique

**Projet n° 6**  
(Individuel)

- Dispositif de mesure du couple d'un moteur (turbine hydraulique)
- Dispositif de mesure de la vitesse de rotation
  - Mesure du couple par freinage électromagnétique

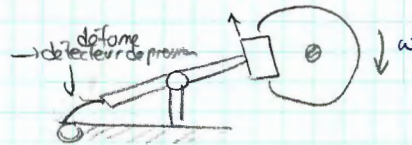


- Projet 3 - moteur spatial: - dispositif pour tester les caractéristiques d'un moteur qge.  
 (difficile)  
 - mesure du couple d'un moteur à vide et en fon. de  $T [K]$   
 - syst. chauffage + refroidissement  
 - syst. vide : arrivée argon  
 → système pour mesurer le couple sans vide  
 1<sup>pers</sup>: support + chauffage  
 1<sup>pers</sup>: système fixé à la bride  
 2<sup>pers</sup>: mesure du couple (frein E.M.) } à discuter avec les profs.

- Projet 4: - mesure de la résistivité d'échantillon à haute température  
 - cloche à vide : enceinte (entrée, sortie, gaz; thermocouple; four, etc.)  
 (gros projet)  
 1<sup>pers</sup>: cloche à vide  
 1<sup>pers</sup>: construct. four  
 2<sup>pers</sup>: mesure du courant : dispositif déplacement avec 3 deg. libertés (pointe isolée électriquement)

1<sup>p</sup> Projet 5: - porte-échantillon pour ultra-vide - rotation de l'échantillon (INDIVIDUEL) : pas trop de pb.

1<sup>p</sup> Projet 6: - mesure du couple d'un moteur avec un électroaimant (Force de  $\nabla \vec{A} \cdot \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ )



⇒ en mesurant la déf. du capteur → couple  
 - fixation lamelle: applic. T.P.: turbine hydrolique ⇒ à discuter avec Rardin ou Schmidt.

1<sup>p</sup> Projet 1: - support orientable pour miroir : déplacement X-Y (alignement)

1<sup>p</sup> Projet 2: - construction d'un éclateur

Contribution personnelle: idées à apporter

$$Note_{finale} = \frac{\langle Nex. \rangle + 2 \cdot N_{proj}}{3}$$



# FREIN ELECTROMAGNETIQUE POUR TURBINE HYDRAULIQUE

François Coppex, DP, EPFL – [Francois.Coppex@Buemplizer.ch](mailto:Francois.Coppex@Buemplizer.ch)  
Renens, le 01/06/99

## 0. AVERTISSEMENT

Avertissement : il est préférable de prendre connaissance du contenu de ce document avant d'entreprendre la construction du frein. En effet, ce texte contient quelques précisions sur des conventions adoptées. De plus, il semble préférable de comprendre la fonctionnalité de chaque pièce avant de la réaliser, pour dépister d'éventuelles erreurs.

## 1. REMARQUES GÉNÉRALES

Les frein magnétique proposé dans ce projet a été dimensionné pour satisfaire aux dimensions requises par la manipulation de turbine hydraulique, sans apporter la moindre modification au montage de la turbine. Les dimensions proposées dans les schémas ont été vérifiées deux fois dans un intervalle de 3 semaines. Il reste néanmoins toujours la possibilité d'une erreur de dimensionnement.

Le calcul de l'équilibre des moments montre qu'il est nécessaire de placer un contre poids de  $\sim 0.6$  kg à l'emplacement prévu pour équilibrer le balancier, le support coulissant étant placé le plus loin possible du pivot du balancier. Les poids circulaires suspendus sous la manipulation en construction y pourvoient parfaitement.

L'entrefer pénètre de  $\sim 3$  mm depuis le bord extérieur dans le rayon du disque, ce qui assure que le disque reste dans l'entrefer lorsque le balancier s'incline. Néanmoins, si cela s'avère insuffisant, il est toujours possible de déplacer le support principal de manière à ce que l'entrefer pénètre encore plus profondément. Une telle marge de manœuvre de  $\sim 10$  mm a été prévue, ce qui devrait être dans tous les cas largement suffisant.

Les schémas sont réalisés à l'aide de Vellum V2.71 pour PC. Des problèmes de compatibilité apparaîtront donc si les fichiers sont ouverts depuis une station Macintosh. Ne pas hésiter à me contacter si une question subsiste.

## 2. CONVENTIONS

Les lettres visibles sur les schémas (par exemple A, B, etc.) correspondent au commentaire associé sur la même zone délimitée par un trait discontinu d'une même page uniquement (sauf si spécification contraire).

Les cotations des pas de vis sont réalisées suivant la convention ci-dessous :

Vis	d2 [mm]	d3 [mm]
M2	4.3	8
M4	2.2	4.3

### 3. REMARQUES DE CONSTRUCTION

#### *Electroaimant*

Pour visser l'électroaimant sur le balancier, il faut utiliser des **vis en fer M4** de longueur comprise entre 25 et 30 mm. En effet, le recours au fer assure la continuité du matériau dans l'électroaimant ce qui renforce le champ magnétique et limite les pertes.

#### *Balancier, pivot du balancier*

Il faut que le balancier puisse tourner autour du pivot du balancier avec le moins de frottement possible. Le percé du balancier ayant un diamètre de 10 mm, il faut donc que le pivot ait un diamètre très légèrement inférieure à 10 mm, ce qui implique un **usinage très précis** (à choix : soit le pivot du balancier a un diamètre très légèrement inférieur à 10 mm, soit le percé du balancier et le percé des tiges de support pour le balancier (des vis verticales servent à bloquer le pivot du balancier dans les tiges de support) ont un diamètre très légèrement supérieur à 10). Le recours au laiton pour le pivot nous assure une déformation moindre que l'acier, tout en étant capable de subir une déformation élastique sans plasticité, assurant ainsi la longévité du pivot.

#### *Support coulissant*

La cote de 10 mm du taquet de dimensions 10x5x5 mm doit être **très légèrement inférieure à 10 mm** pour pouvoir coulisser dans la rainure de largeur 10 mm du balancier sans trop de frottements. Un très léger frottement est cependant bienvenu car le support coulissant n'est pas censé glisser librement sur le balancier. En effet, les plaquettes latérales légèrement courbées de bronze phosphoreux sont utilisées pour éviter que le support coulissant glisse librement sur le balancier lorsque celui-ci est légèrement incliné.

#### *Plaquette latérale*

Son rôle est d'éviter que le support coulissant glisse librement sur le balancier lorsque celui-ci est légèrement incliné. Néanmoins, il ne faut pas que ces plaquettes n'exercent une trop grande pression sur les parois du balancier. En effet, il est expérimentalement plus facile de réaliser réglage fin de l'équilibre des moments du frein magnétique si le support n'exerce qu'une faible résistance au mouvement.

#### *Lamelle métallique pour mesure de la déformation*

Les dimensions de cette lamelle ne peuvent être fixées maintenant. Il s'agit d'un aspect dont on ne s'occupera pas pour l'instant. Néanmoins, on peut faire quelques considérations. La largeur optimale semble être entre 5 et 10 mm. La lamelle étant constamment tordue, il faut que le matériau dispose d'une large plage de déformation élastique. De plus, pour des mesures de faibles couples, le matériau doit avoir un petit module de Young, tandis que pour la mesure de forts couples il faudrait avoir un grand module de Young. Un bon matériau semblerait donc être l'acier, éventuellement le laiton. Néanmoins, il faut remarquer que l'installation doit être calibrée en fonction de chaque matériau. Ceci car la mesure du couple est réalisée par le biais de la mesure de la déformation, à l'aide d'une jauge d'extensométrie (circuit piézorésistif) collée sur la lamelle (jauge de type RICA n°10, Hottinger Baldwin Messtechnik GMBH).

#### 4. FONCTIONNALITÉ DES PIÈCES ET SCHÉMA GLOBAL

Voici un schéma (Figure 1) qui n'est pas à l'échelle, mais qui permet néanmoins de se représenter le montage final.

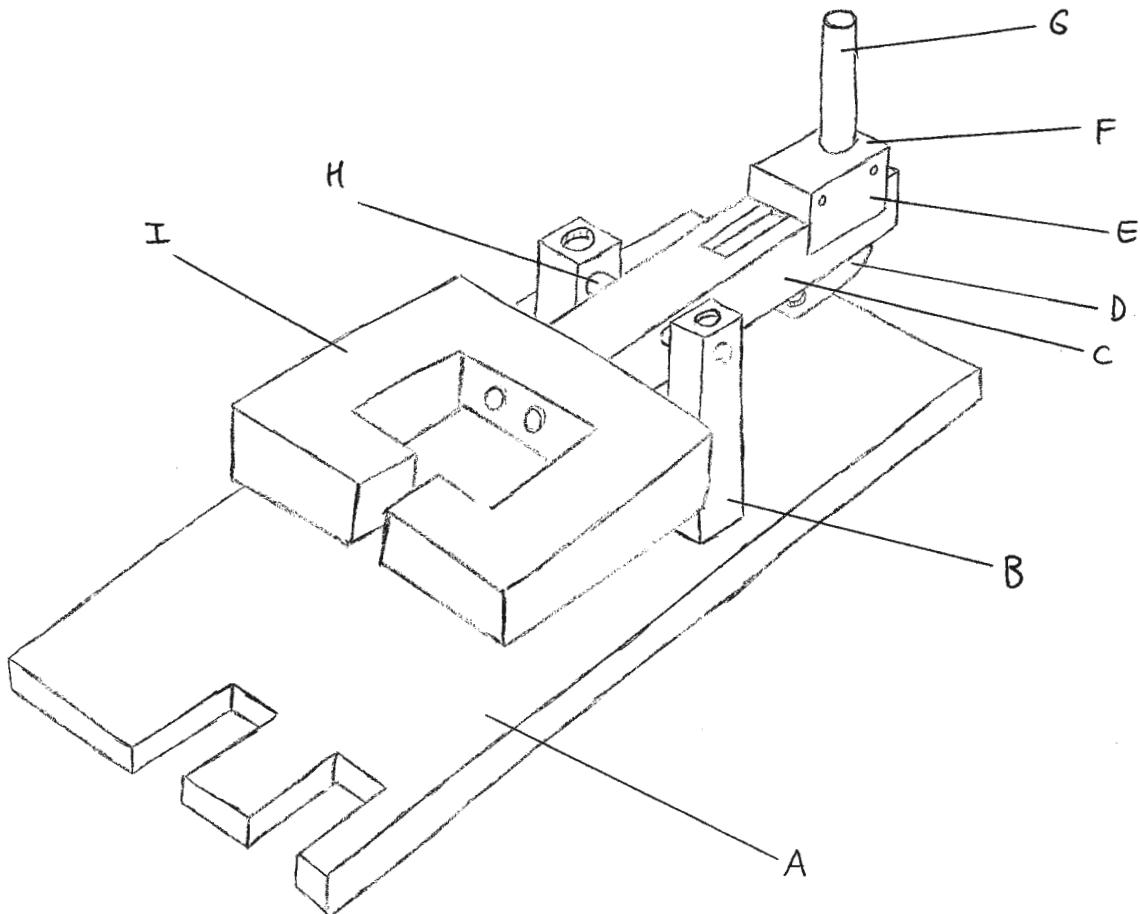
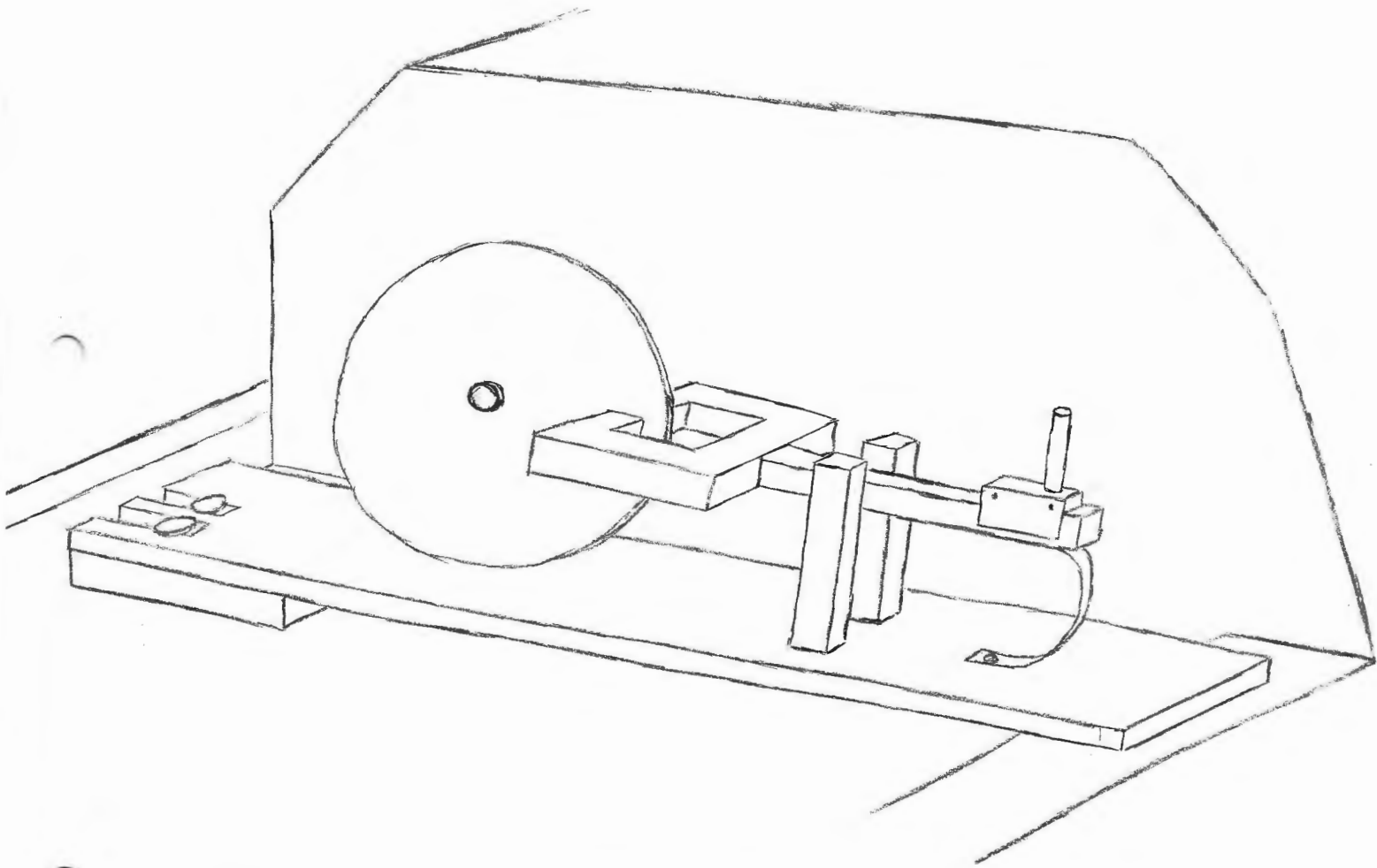


Figure 1: montage du frein magnétique

- A : plaque principale supportant le frein magnétique
- B : tiges de support pour le balancier (2x)
- C : balancier
- D : lamelle métallique pour mesure de la déformation
- E : plaquette latérale (2x)
- F : support coulissant
- G : tige pour poids
- H : pivot du balancier
- I : électroaimant

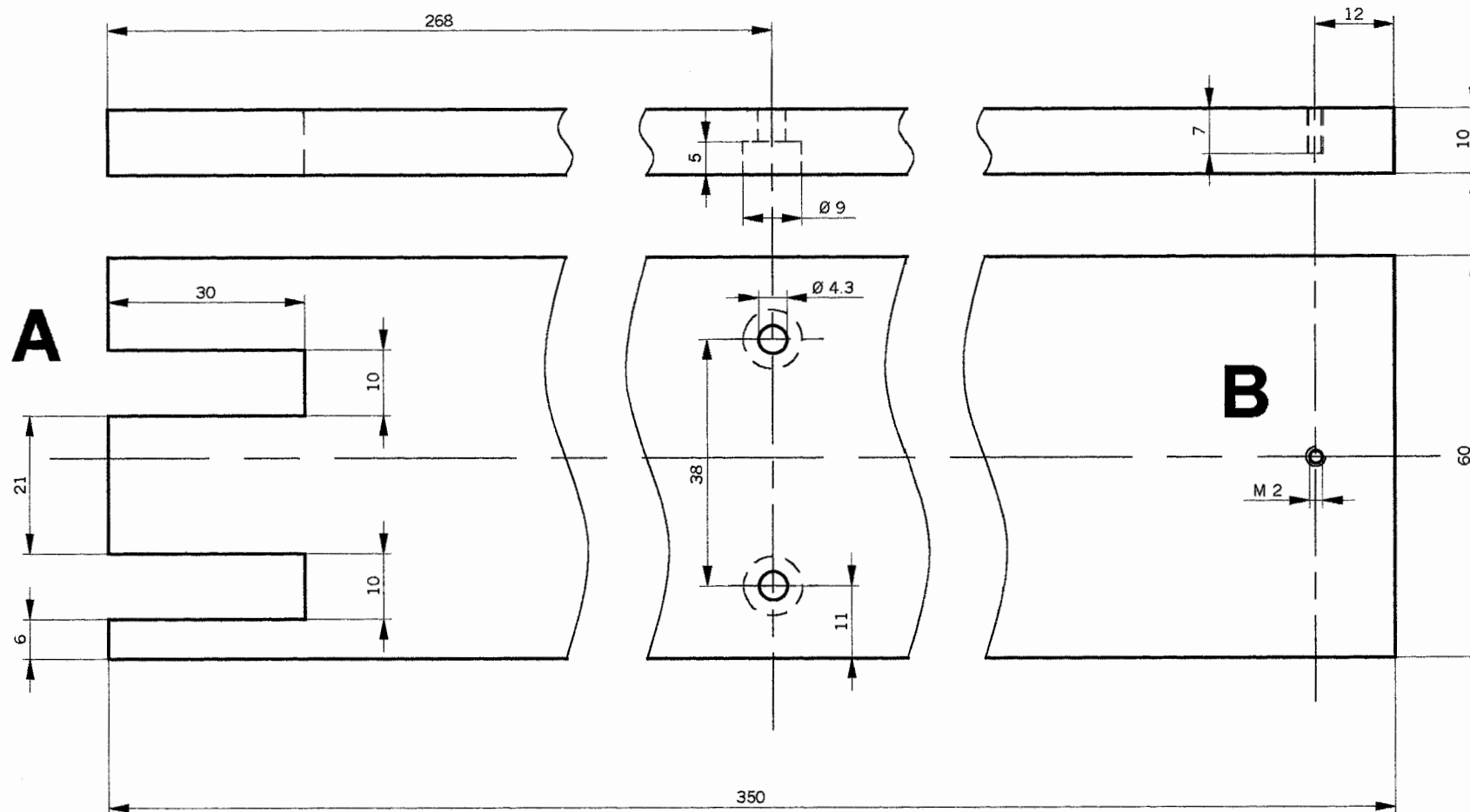
La Figure 2 montre de façon rudimentaire la manière prévue de monter le frein sur l'installation.



*Figure 2: frein magnétique monté sur l'installation hydraulique*



# Plaque principale supportant le frein magnétique



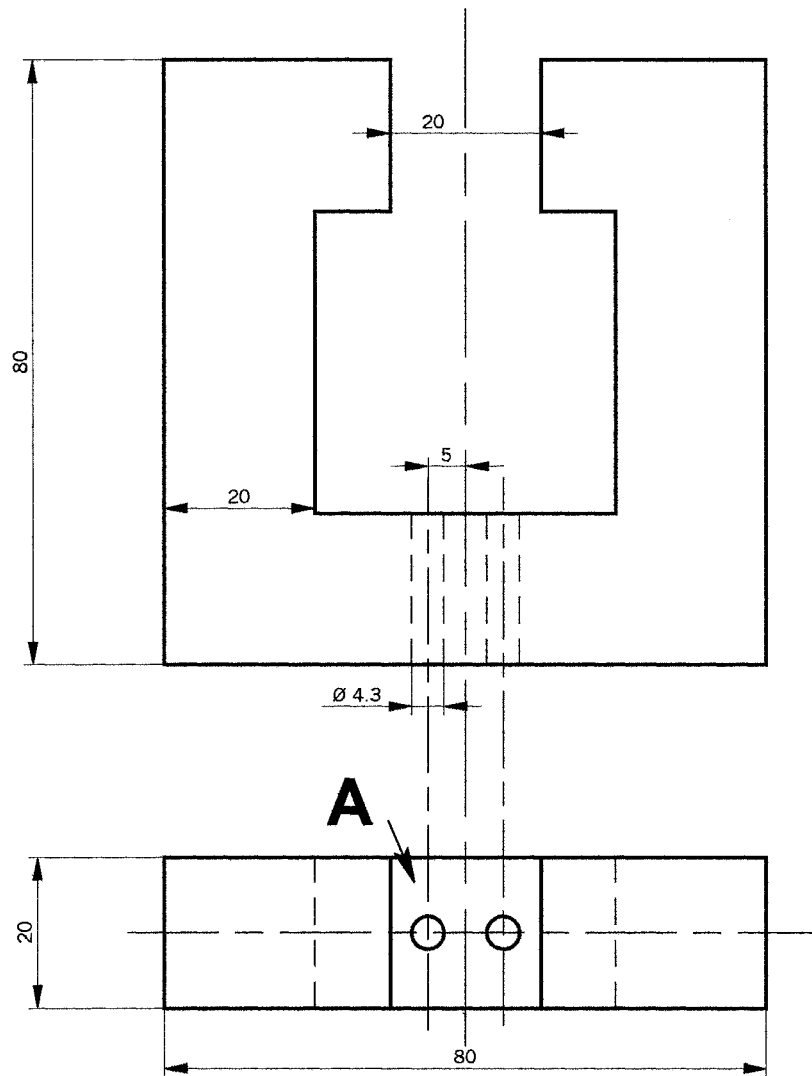
Matériau: acier inox

A: Découpe pour fixation sur le support de la turbine hydraulique

B: pas de vis pour fixation de la lame métallique

Mesure du couple avec frein magnétique	Echelle : 1 : 1	
François Coppex	21.05.99	

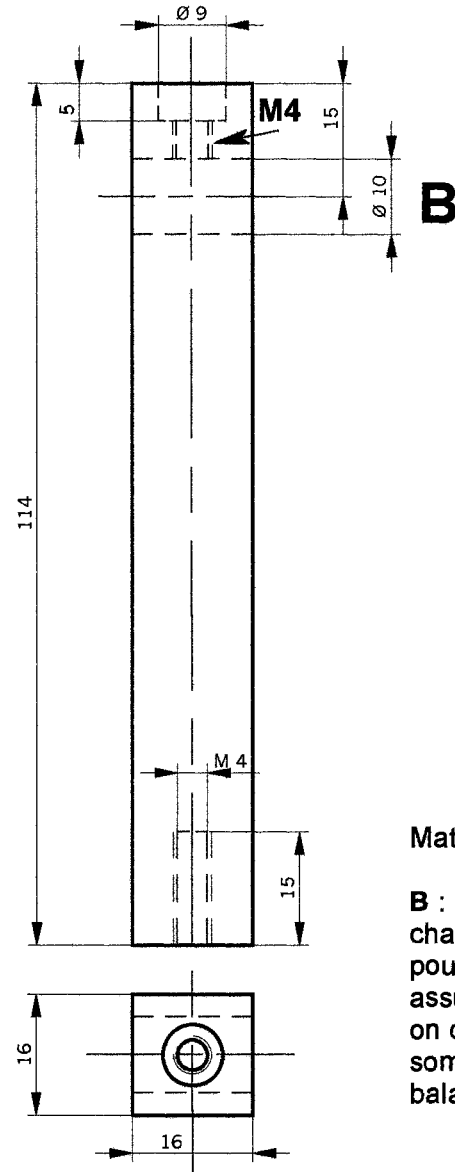
# Electroaimant



Matériau: fer

A: utiliser des vis en fer (pour le champ magnétique). La présence de 2 vis nous assure que l'électroaimant ne pivote pas perpendiculairement au balancier

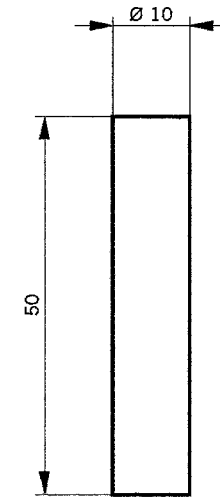
# Tiges de support pour le balancier (2x)



Matériau : acier inox

B : Le pivot du balancier se chasse dans la tige de support pour le balancier. Pour assurer la staticité du pivot, on dispose de visse au sommet du support du balancier pour coincer le pivot

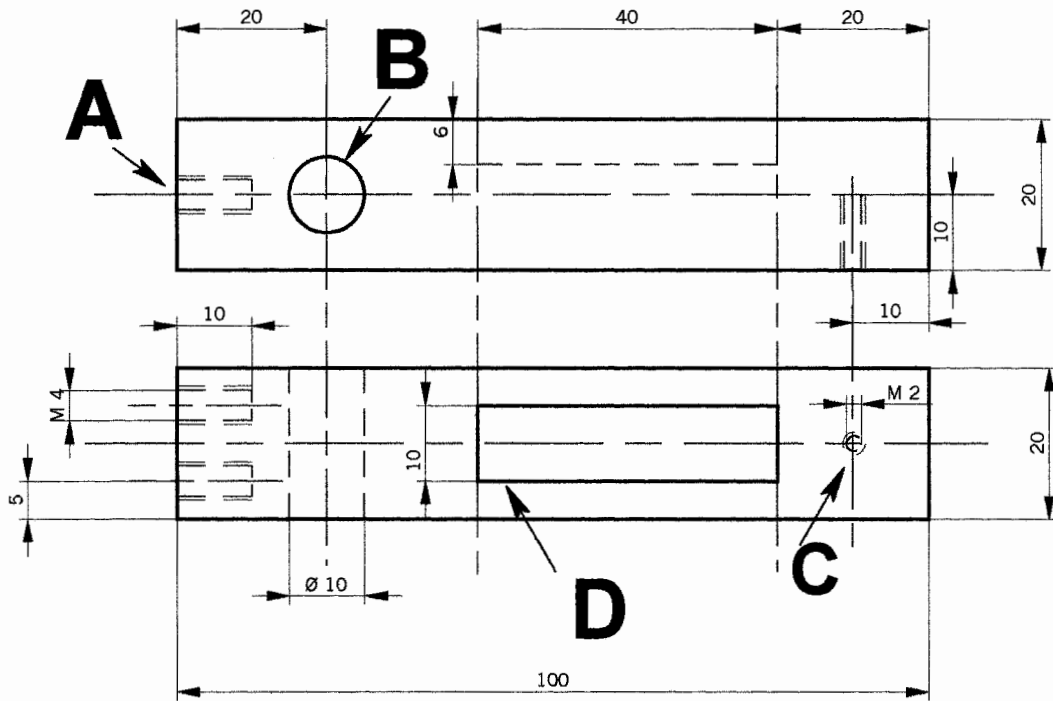
# Pivot du balancier



matériau : laiton

Mesure du couple avec frein magnétique	Echelle : 1 : 1	
François Coppex	21.05.99	

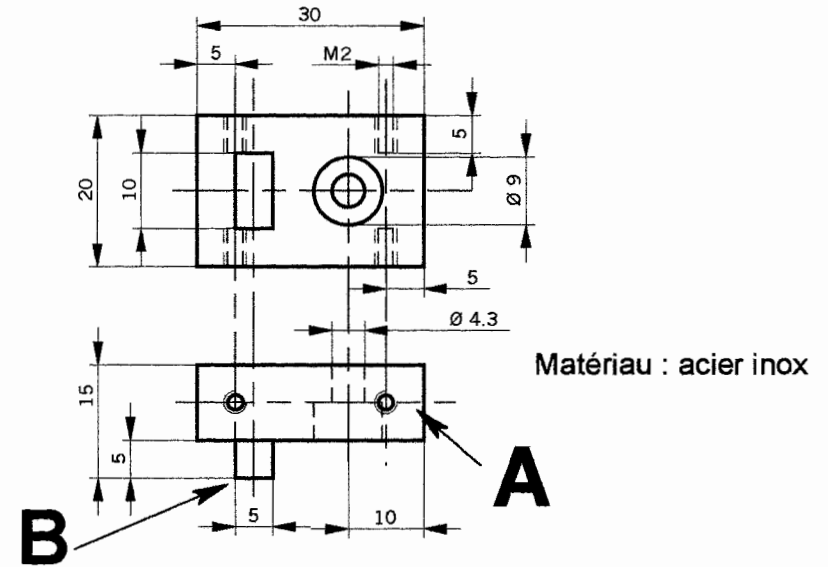
## Balancier



Matériau: acier inox

- A: 2 trous pour vis de fixation à l'électro aimant
- B: percé  $\varnothing 10$  pour enfilement du pivot pour balancier, de  $\varnothing 10$ . ATTENTION: il faut que le balancier puisse tourner autour du pivot du balancier avec le moins de frottement possible -> usinage très précis
- C: M2 pour vis de fixation de la plaque métallique
- D: rainure pour support et taquet coulissant

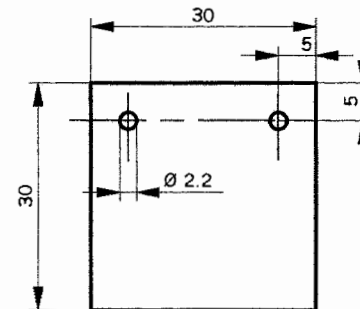
## Support coulissant



Matériau : acier inox

- A: 4 vis de fixation M2 pour les plaquettes latérales. Les cotes sont les mêmes pour les 4 vis.
- B: la cote 10 du taquet de dimensions 10x5x5 doit être très légèrement inférieure à 10 pour pouvoir coulisser dans la rainure D de largeur 10 du balancier.

## Plaquette latérale (2x)

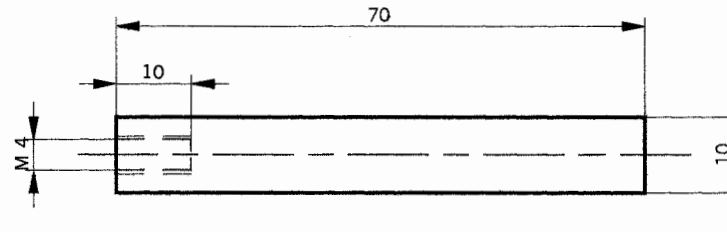


Epaisseur de la plaquette: 0.3. Les plaquettes admettent une légère courbure pour que, lorsque fixées sur le support coulissant, elles exercent une légère pression sur le balancier pour éviter le glissement du support.

Matériau : bronze phosphoreux

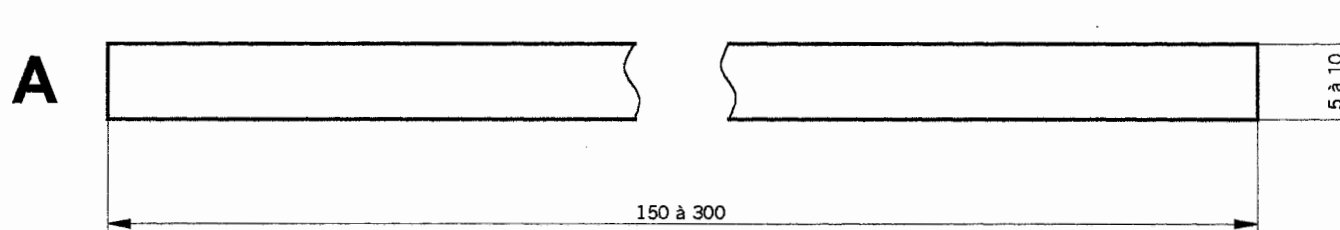
Mesure du couple avec frein magnétique	Echelle : 1 : 1	
François Coppex	21.05.99	

## Tige pour poids



Matériau : acier inox

## Lamelle métallique pour mesure de la déformation



**A:** Les dimensions de la lamelle peuvent varier: largeur de 5 à 10, longueur de 150 à 300, épaisseur inférieure à 1.

Le matériau doit avoir une large plage de déformation élastique, un faible module de Hooke (faible couple à mesurer) ou un fort module de Hooke (grands couples à mesurer) (à trouver expérimentalement selon l'application envisagée). Un bon matériau est l'acier (éventuellement le laiton).

Pour mesurer la déformation, on colle une jauge d'extensométrie (piézorésistivité) sur la lamelle.

A commander: jauge d'extensométrie:  
Hottinger Baldwin Messtechnik GMBH  
RICA n°10

Mesure du couple avec frein magnétique	Echelle : 1 : 1	
François Coppex	21.05.99	