

## ETUDE ENERGETIQUE DE FAISCEAUX

Nom des étudiants :

Date :

Date de retour	<input type="checkbox"/> 1 jour de retard	-2pts
	<input type="checkbox"/> 2 jours de retard	Note /2
	<input type="checkbox"/> + de 2 jours de retard	Note=0/20

N°	Questions	Pts. sur place	Cor.	Pts. sur C-R	Remarques des correcteurs
<b>U51. Analyse fonctionnelle du système</b>					
1.3	Définition d'un faisceau gaussien et caractérisation. Tracé sous Excel et représentation du diamètre de mode Evolution du rayon de mode le long de l'axe Analyse à l'aide d'un système occultant		FP	___/2	
1.4	Simulation d'un faisceau focalisé		FP	___/2	
1.5	Etude du coupleur F-915		FP	___/2	
<b>U52. Mise en œuvre du système</b>					
2.2.1	Ouverture numérique du faisceau à la sortie du filtre spatial Réglage du filtre spatial Obtention des 2 fichiers	___/1			
			FP	___/1	
2.2.2	Focalisation du faisceau à l'aide d'une lentille de 100 mm de focale Réalisation du montage Acquisition des courbes	___/2			
			CS	___/1	
2.2.3	Mise en œuvre du F-915 en utilisant une source laser et une fibre optique Mesure de la perte en dB	___/2			
			FP	___/1	
<b>U53. Analyse des performances du système</b>					
3.2	Ouverture numérique du faisceau à la sortie du filtre spatial		FP	___/1	
3.3	Étude de construction		CM	___/3	
3.4	Conclusion		FP	___/1	
<b>Responsabilisation des étudiants</b>					
	Rangement et autonomie	___/1			
		<b>Note : ___/20</b>		Les points dans les champs grisés sont attribués sur place. À la correction, ces points ne seront plus reportés sur le compte-rendu.	
Remarques des étudiants (problèmes matériels, erreurs dans le sujet, ...)					

## U51. ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTÈME

### 1.1. Éléments à votre disposition

### 1.2. But de la manipulation

### 1.3. Définition d'un faisceau gaussien et caractérisation.

#### 1.3.1. Tracé d'une courbe sous Excel

A l'aide du logiciel *Excel*, simuler la fonction gaussienne suivante (pour r variant entre -10 et 10 ; les unités sont arbitraires) :

$$I = 50. e^{\frac{-2r^2}{36}}$$

On appelle diamètre de mode  $2w$  d'un faisceau gaussien, la distance entre les 2 points pour lesquels :  $I = \frac{I_0}{e^2}$ .

Faire apparaître  $2w$  sur le graphe. Comparer à la valeur de  $w$  figurant dans l'équation.

Réponse : Voir...

#### 1.3.2. Evolution du rayon de mode le long de l'axe :

Lancer le fichier Excel *12\_gauss.xls* avec les valeurs suivantes :  $\lambda = 0.6328 \mu\text{m}$  et  $w_0 = 0.45 \text{ mm}$

Retrouver par calcul la valeur de  $z_R$ .

Imprimer le graphe  $w = f(z)$  pour  $w_0 = 0.45 \text{ mm}$  et noter sur le graphe :

- la distance de Rayleigh  $z_R$
- le rayon à 0.50 m du waist  $w_{0.50}$
- la valeur du demi-angle d'ouverture  $\theta_{1/2}$  caractérisant la divergence du faisceau

Réponse : Voir...

#### 1.3.3. Analyse à l'aide d'un système occultant

Lancer le fichier Excel *CouteauFresnel* en activant les macros. Choisir un profil gaussien et actionner le couteau suivant y. Le faisceau vous paraît-il centré sur (0,0) ? Activer le calcul de la dérivée.

Sur quelle valeur de y la courbe est-elle centrée ?

En pointant les points de la courbe dérivée calculer la largeur à 13,6 % du maximum et retrouver la valeur de w.

Réponse : Voir...

### 1.4. Simulation d'un faisceau focalisé

Etude du filtre spatial sous Winlens :

Charger le logiciel *Winlens* et ouvrir le fichier *GAUSS1*

Ce fichier simule la situation suivante : un laser rouge He-Ne émet un faisceau de longueur d'onde : 632,8 nm et de divergence : 1,35 mrad. On retrouve ces valeurs dans le module FAISCEAU GAUSSIEN dans l'onglet INITIAL DATA

LINOS Photonics WinLens 4.3: G:\12gauss\GAUSS2.SPD

File Edit View Tables Graphs Transmission Engineering Database Options Window Help

Auto Update User Update Update [F9]

System Parameter Editor

Main Conjugates Aperture Field Waveband Obj/Img

Object Distance: -800,0  
Image Distance: 5,4671  
Magnification: -0,0101

Paraxial values at mid wave

Object side: data wrt FIRST surf		Image side: data wrt LAST surf	
Object distance	-800,000	Image distance	5,467
Eff: $f = PF$	-8,026	Eff: $f' = P'F'$	8,026
Front Focus: F	-8,026	Rear Focus: F'	5,386
P Plane 1: P	0,000	P Plane 2: P'	-2,640
Nodal Point: $N = F - f'$	0,000	Nodal Point: $N' = F' - f$	-2,640
Entrance Pupil	0,000	Exit Pupil	-2,640
First - Last surf	4,000	First - image surf	9,467

Gaussian Beam 633,0nm

#	srfl	Beam Dia at Surf	Beam Waist Posn	Beam Dia at Waist	Divergence [mRad]	Rayleigh Range [mm]
Initial		wrt 1st surf	-800,00	0,5970	1,350	442,228
Final		wrt last surf	5,45	0,0053	152,575	0,035
		Obj	-800,00	0,5970	1,350	442,228
1	1	*	1,2340	12,25	0,0053	100,704
2			0,8312	9,45	0,0053	152,575
		Img	5,45	0,0053	152,575	0,035

Imprimer le fichier.  
Il s'agit d'identifier certains paramètres simulés en fléchant sur la feuille imprimée les valeurs des paramètres suivants :

- Dans le module Paraxial values at mid wave :
  - la distance focale de la lentille
  - la position du foyer image par rapport à la face de sortie
- Dans le module Gaussian Beam :
  - la position du waist objet et son diamètre
  - la distance de Rayleigh du faisceau incident
  - le diamètre du faisceau à l'entrée et à la sortie de la lentille
  - la position du waist image par rapport à la face de sortie et son diamètre
  - la divergence du faisceau image.

Comparer le diamètre du waist image obtenu par simulation à celui du trou installé sur le filtre spatial (15 ou 20 µm).

**Réponse : Voir ci-dessus**  
**Diamètre du waist image :**  
**Diamètre du trou installé :**  
**Comparaison :**

### 1.5. Étude du coupleur F-915

Dans le F-915, où est placé le centre de rotation du support de la lentille-objectif (voir cadre 2 : J-18) ?  
 Quel est le grandissement transversal de l'objectif de microscope monté ?

Que vaut sa distance focale ?

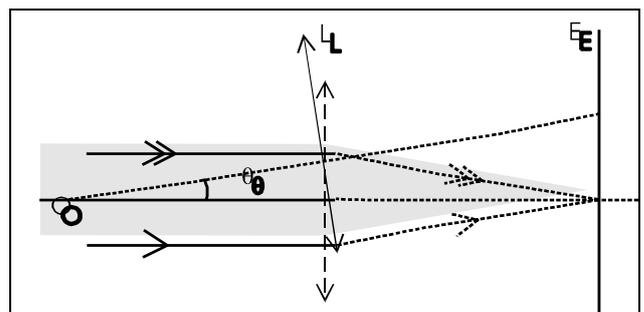
À quelle distance de la face de sortie (distance de travail) faudra-t-il positionner l'entrée de la fibre optique pour optimiser l'injection ?

Calculer D et le comparer au diamètre du cœur de la fibre qui est de l'ordre de 10 µm.

Refaire le schéma en représentant le faisceau incident parallèle incliné d'un angle  $\theta$  par rapport à l'axe de la lentille-objectif.

Montrer sur le schéma que le déplacement  $x = F'_P F'_S$  du point de focalisation est donné par :

$$x = \theta \cdot f' \quad (\theta \text{ en rad}).$$



cadre 3.

## U52. MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME

### 2.1. Éléments à votre disposition

### 2.2. Travail demandé

#### 2.2.1. Ouverture numérique du faisceau à la sortie du filtre spatial

Montrer le montage à un professeur.

- Mesurer la distance  $d$  (comprise entre 0,4 m et 1,0 m) entre le pinhole et l'écran.
- Cacher le faisceau laser. Eclairer la règle. Digitaliser la règle graduée par [Numériseur / Acq. figée](#). L'image doit apparaître dans la fenêtre. Sauvegarder cette image sous *etalon.tif* : cette image servira à convertir des pixels en mm.
- Ouvrir une nouvelle fenêtre par [Fichiers/Nouveau](#). Oter la règle. Se mettre en [Acquisition permanente](#). Digitaliser la tache à la distance  $d$
- Interpréter l'image.  
Mode opératoire :
  - A la souris, tracer un profil horizontal et/ou un profil vertical passant par le centre de la tache. Demander aussi le tracé de la gaussienne théorique en cochant [Affichage/Gaussienne sur tracé profils](#).
  - Vérifier que l'image ne présente pas de saturation, le pic de la gaussienne doit être visible. S'il y a saturation, il faut digitaliser une nouvelle image après réglage des paramètres d'acquisition !
  - Normalement l'image est entachée d'un bruit de fond (la zone noire n'est pas complètement noire). On supprimera ce bruit à l'aide de la commande [Image/Ajuster luminance et contraste](#). Modifier la valeur courante de la luminance afin de faire « coller » la gaussienne le mieux possible au profil.
  - Mesurer le diamètre de mode  $2w$  du faisceau en pixels à  $\frac{I_{MAX}}{e^2}$  sur la gaussienne en pointant à l'aide de la souris. Remarque : l'appui sur le bouton gauche permet de basculer en coordonnées relatives.
  - Sauvegarder l'image sous *he\_ne.tif*.
  - Noter cette valeur  $2w$ .
  - Faire une copie d'écran à l'aide de ScreenHunter. Sauvegarder ce fichier et l'imprimer. Noter  $2w$  (en pixels et en mm) et  $d$  sur cette feuille.

Réponse : Voir...

$d =$       mm  
 $2w =$     pixels =    mm

#### 2.2.2. focalisation du faisceau à l'aide d'une lentille de 100 mm de focale

Montrer le montage à un professeur.

- Sauvegarder vos mesures en cliquant sur FICHIER -> Enregistrer fichier tableur (n'oubliez pas de mettre l'extension .txt dans le nom du fichier)
- Tracer les différents graphes (faire une copie d'écran pour chaque graphe à l'aide de ScreenHunter):
  - $P=f(x)$  puis refermer la fenêtre en cliquant sur SORTIR
  - $I=f(x)$  et lisser puis refermer la fenêtre en cliquant sur SORTIR
  - $R=f(z)$  puis refermer la fenêtre en cliquant sur SORTIR

Montrer les acquisitions à un professeur

Réponse : Voir...

**2.2.3. Mise en œuvre du F-915 en utilisant une source laser et une fibre optique**

**2.2.3.1. Introduction : descriptif d'une fibre optique**

**2.2.3.2. Montage**

Respecter le mode opératoire du clivage et se faire aider par un professeur si nécessaire.

Montrer le montage à un professeur. Montrer le rôle des éléments du système.

**2.2.3.3. Mesure de la perte par insertion**

- Mesurer la valeur maximale  $P_1$  de la puissance à la sortie.
- Calculer la perte de couplage lors de l'injection.

Réponse : Voir...

**U53. ANALYSE DES PERFORMANCES DU SYSTÈME**

**3.1. Éléments à votre disposition**

**3.2. Interprétation des résultats**

**3.2.1. Ouverture numérique du faisceau à la sortie du filtre spatial**

- Justifier que le faisceau gaussien incident reste gaussien après traversée d'un système sphérique fortement convergent en traçant un profil horizontal et vertical.
- Calculer la divergence totale du faisceau par :  $\theta = \frac{2w}{d}$ . Comparer à la valeur simulée en U51.
- En déduire l'ouverture numérique ON du faisceau à la sortie du filtre qui vaut  $\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ .
- Consulter l'extrait du catalogue "Micro-Contrôle" qui se trouve dans le dossier technique. Le filtre spatial est-il bien adapté à l'objectif ?

Réponse : Voir...

**3.3. Étude de construction**

**3.3.1. Présentation**

L'étude porte sur le système Newport F-915 d'injection dans une fibre. Ce système est représenté sur le dessin d'ensemble ci-joint.

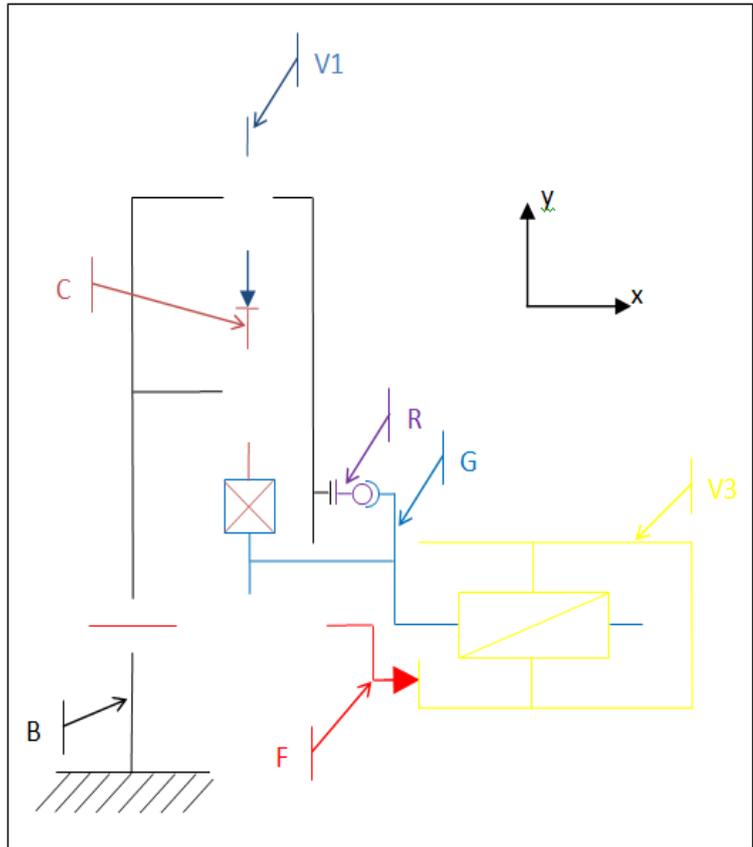
L'objectif étant fixé sur la platine 4 n'a pas été représenté sur le dessin.

### 3.3.2. Étude cinématique du système de guidage de la fibre

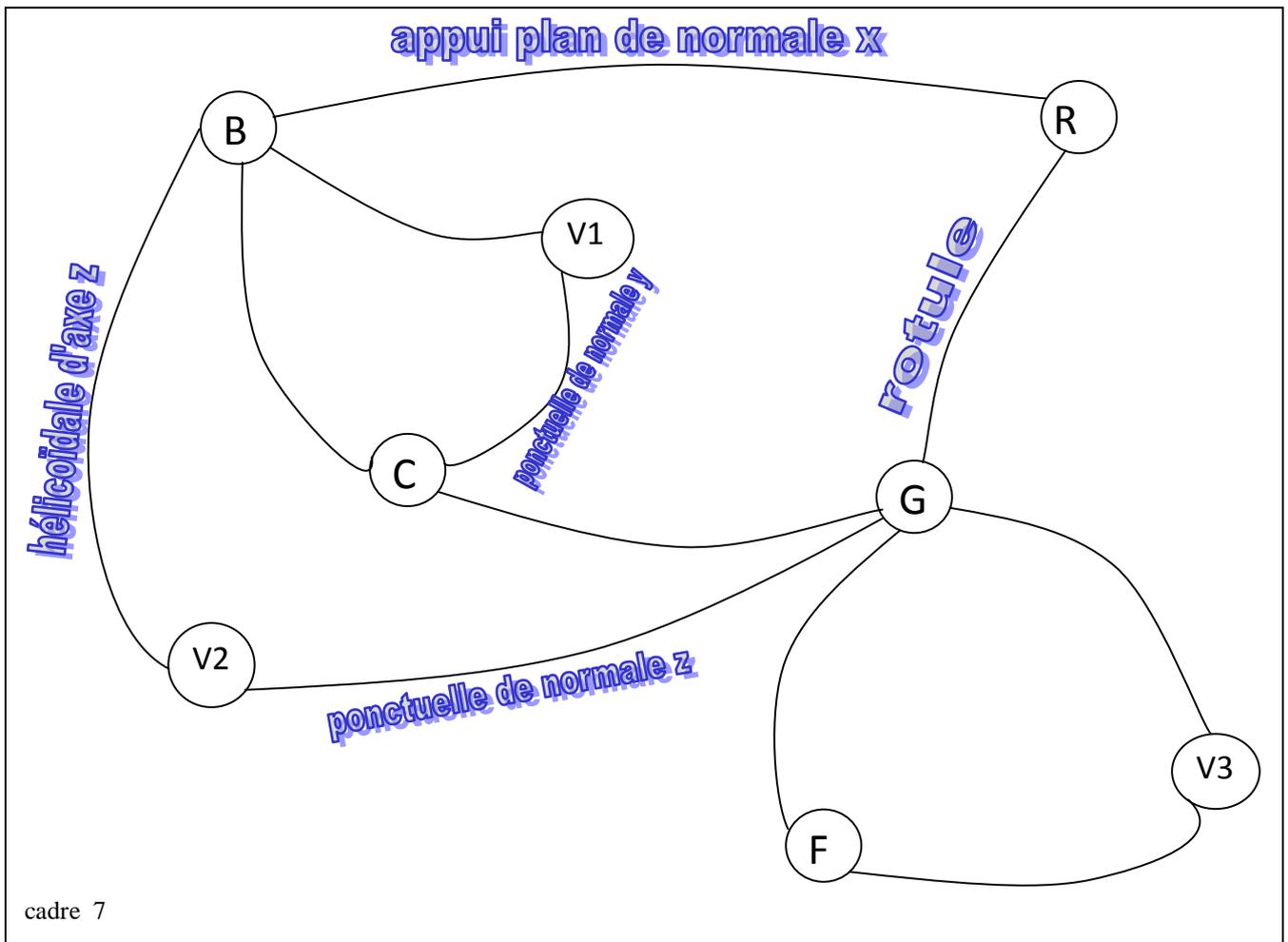
a) Compléter les groupes cinématiquement équivalents suivants :

- Bâti B = {1, 2, 15, ...}
- Vis de déplacement vertical V1 = {...}
- Vis de déplacement horizontal V2 = {...}
- Système de déplacement axial V3 = {...}
- Support du guide G = {6, 18, ...}
- Support de la fibre F = {16, 3, ...}
- Rondelle sphérique R = {10}
- Coulisseau C = {19}

- b) Repérer ces groupes sur le dessin d'ensemble en les coloriant. (cadre 5 et 6)
- c) Compléter le graphe cinématique du mécanisme. (cadre 7)
- d) Compléter le schéma cinématique plan relatif à la vue de face du dessin. (cadre 4).
- e) La pièce **16** est de forme cylindrique et pourtant elle réalise une liaison glissière d'axe x avec les pièces du groupe G. Préciser les usinages et les pièces qui créent cette liaison glissière.



cadre 4.



cadre 7

Réponse : Voir...

### 3.3.3. Étude graphique

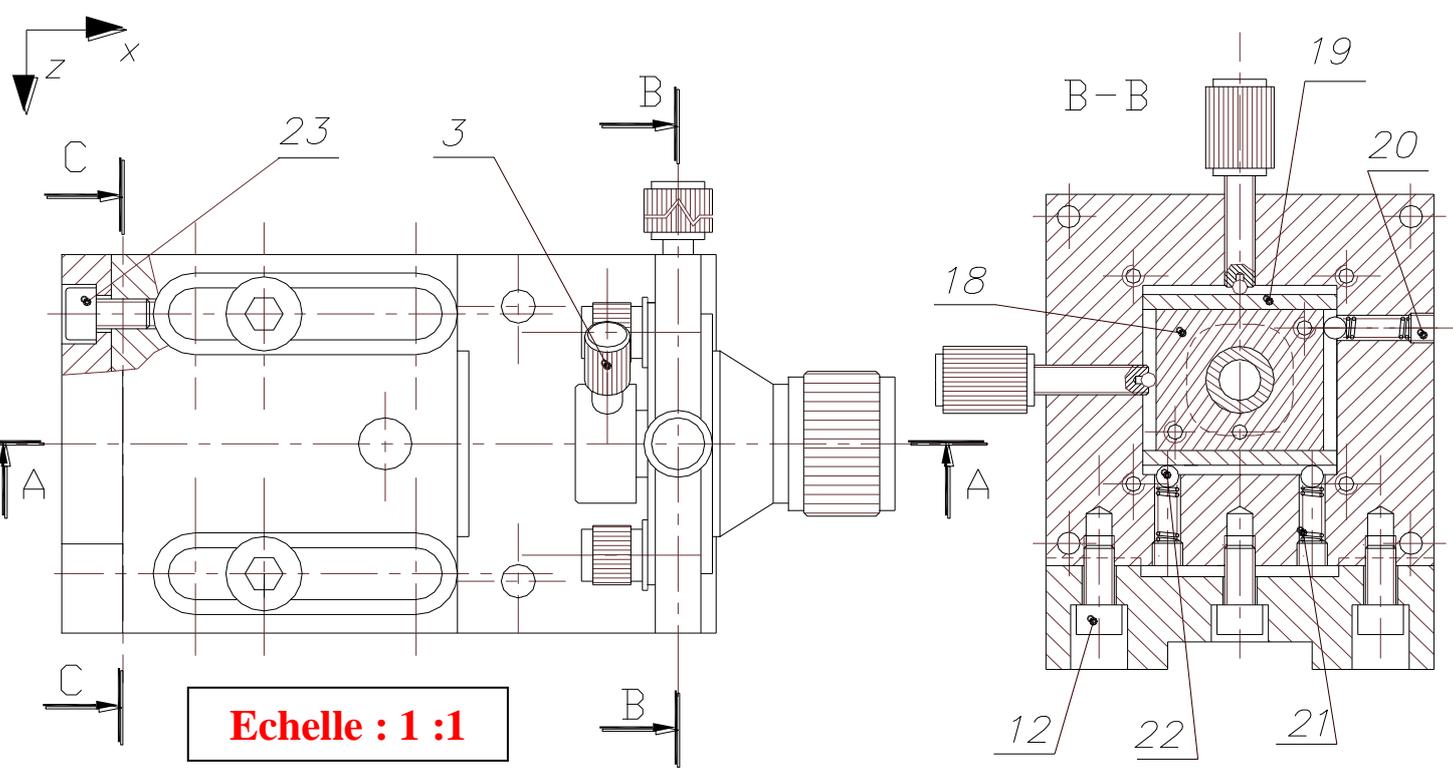
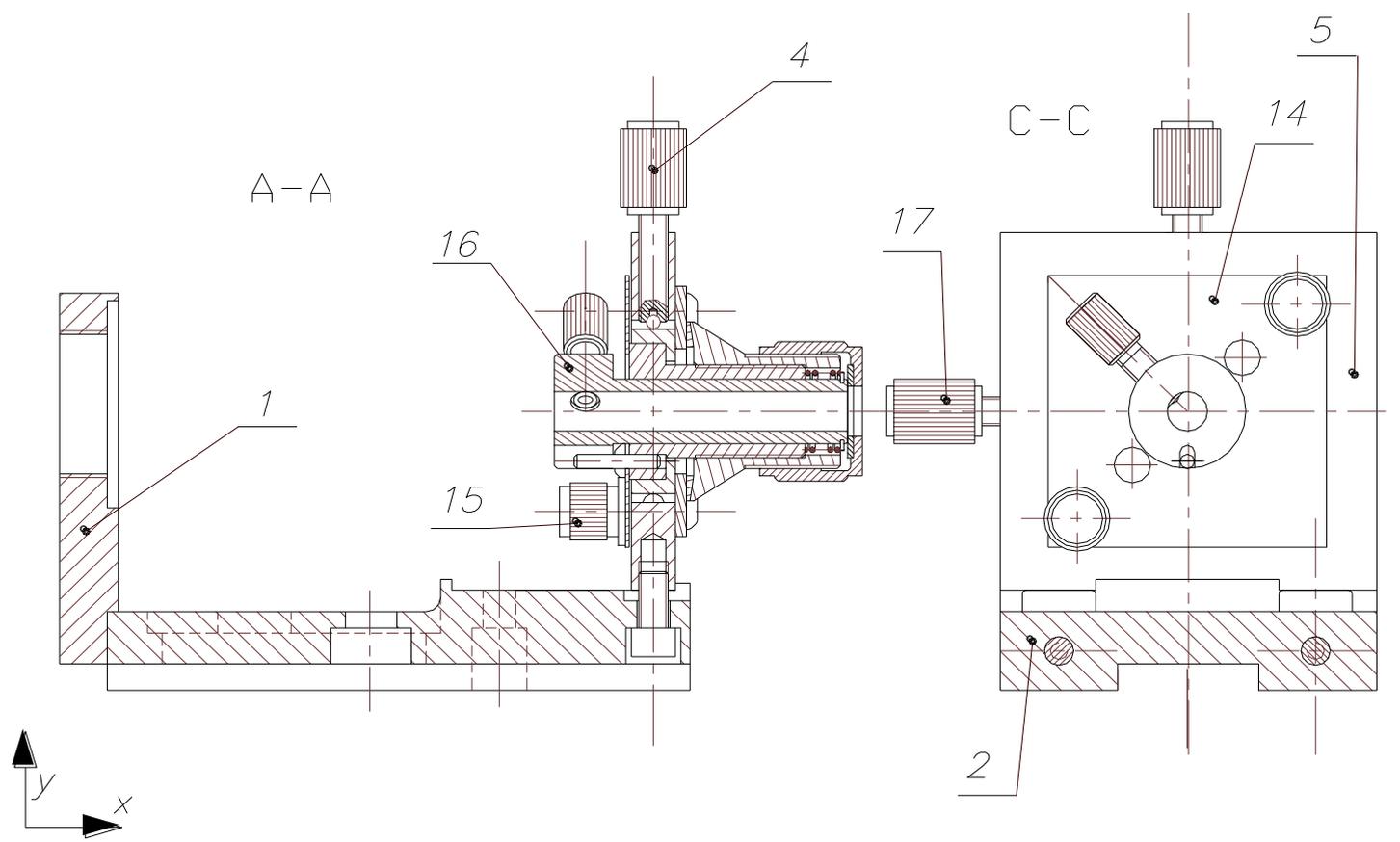
- On vous demande de compléter le fichier SolidWorks correspondant au support **18**. Vous devez le télécharger sur le site sur la page du TP.( Fichier SolidWorks U53 : [Support 18.SLDPRT](http://sti.mermoz.free.fr/mo/gauss/Support%2018.SLDPRT) - [http://sti.mermoz.free.fr/mo/gauss/Support 18.SLDPRT](http://sti.mermoz.free.fr/mo/gauss/Support%2018.SLDPRT) )
- Pour les mesures, utiliser le dessin d'ensemble *cadre 5* (Echelle 1 :1 )
- Le fichier est à enregistrer dans le répertoire du TP sur le poste B16 prof.

### 3.4. Conclusion

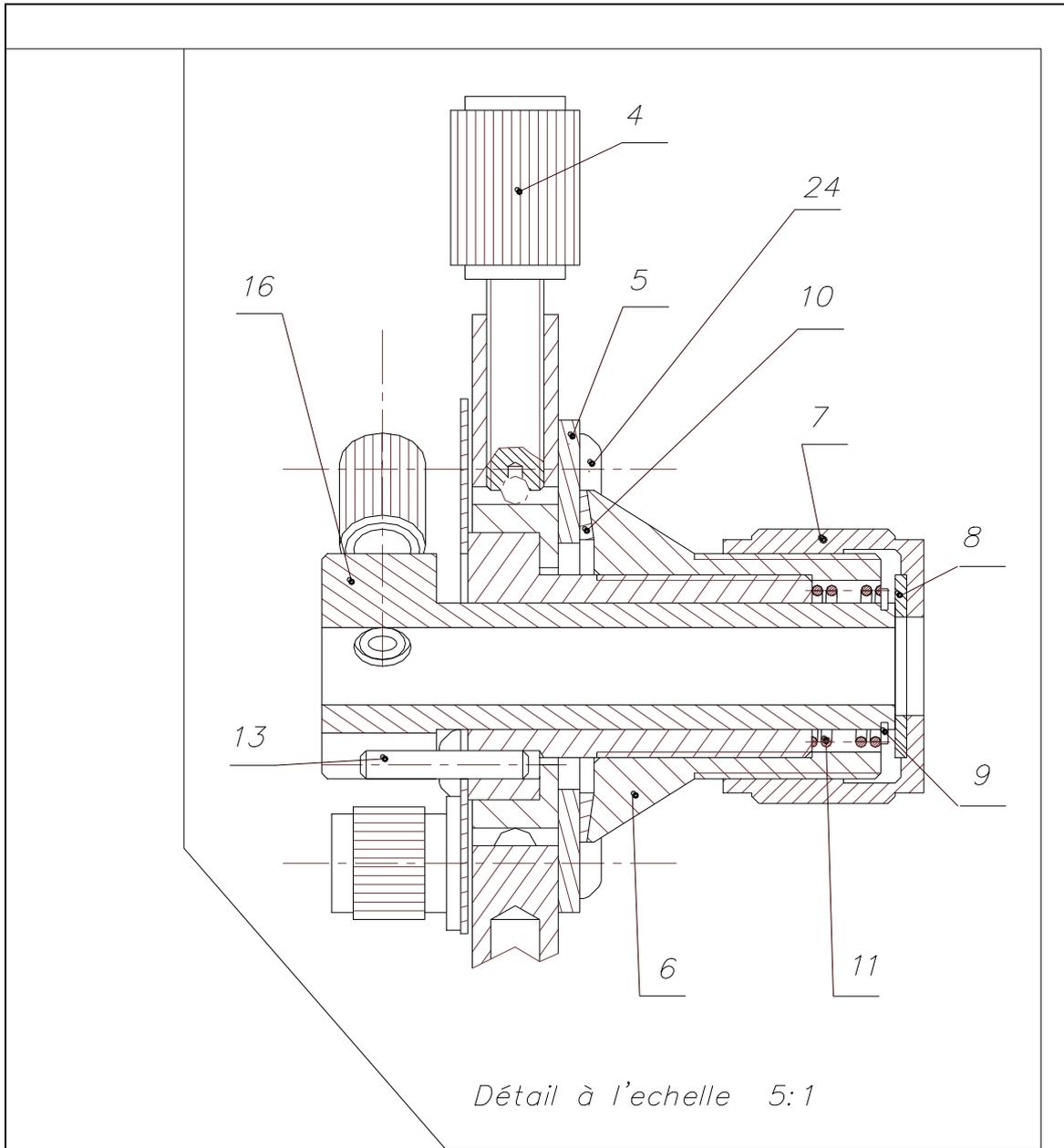
Pourquoi est-il fondamental de connaître le diamètre et la position de la tache de focalisation pour injecter dans une fibre ?

Comment choisir la distance de Rayleigh (grande ou faible) si vous voulez faire du marquage ou réaliser une soudure. ?

Pourquoi la méthode du couteau est-elle adaptée à un laser pulsé (puissance crête de plusieurs MW) ?



**Echelle : 1 : 1**



Détail à l'échelle 5:1

p.	Nb	Designation	Matiere	Observations
1:1	A3	SYSTEME D'INJECTION DANS UNE FIBRE		Nom: FLUCK

A V

cadre 6.

