VÉLOCIMETRIE LASER DOPPLER

Nom des étudiants :

Date :

Date de retour	☐ *1 jour de retard*	-2pts
	☐ *2 jours de retard*	*Note /2*
	☐ *+ de 2 jours de retard*	*Note=0/20*
Rangement	☐ *Rangement non conforme = -2 pts*	
Fichiers extraits du site	☐ *Fichiers non copiés sur le bureau avant utilisation = -2 pts*	

Compétences évaluées		Compétences détaillées	Correcteur	N° Question	Non évalué	0	1	2	3
Mener une analyse fonctionnelle du système, identifier ses éléments et vérifier ses performances									
C1.5	Simuler et valider les solutions techniques	Identifier les fonctions du système	CS	1.2					
			CS	1.3.3					
		Simuler le fonctionnement	OS	1.3.1					
			OS	1.3.2					
C3.2	Valider un système	Relever le comportement du système			X				
		Comparer les résultats obtenus par simulation et en fonctionnement réel	OS	3.1.1.1					
			OS	3.1.1.2					
		Argumenter les écarts constatés	OS	3.1.1.3					
Mettre en œuvre, régler et contrôler le fonctionnement du système									
C2.3	Régler le système	Identifier le matériel de contrôle	CS	1.3.4					
		Mettre en œuvre les appareils de mesurage			X				
		Relever les résultats obtenus	OS	2.1.2					
			OS	2.1.2					
		Régler les sous-ensembles ou composants	OS	2.1.4					
C3.1	Mettre en œuvre un système optique	Assembler les composants nécessaire au système			X				
		Mettre en œuvre une ou plusieurs opérations techniques permettant le bon fonctionnement du système	OS	2.1.5					
			OS	2.1.5					
		Vérifier le fonctionnement	CS	3.1.2					
		Taux pondéré de compétences et indicateurs évalués :					*100.00%*		
		Note brute obtenue par calcul automatique (attention si le taux est <50%, le calcul n'est pas proposé) :				#DIV/0!	/20		
		Note sur 20						**/20**	

Appréciation globale

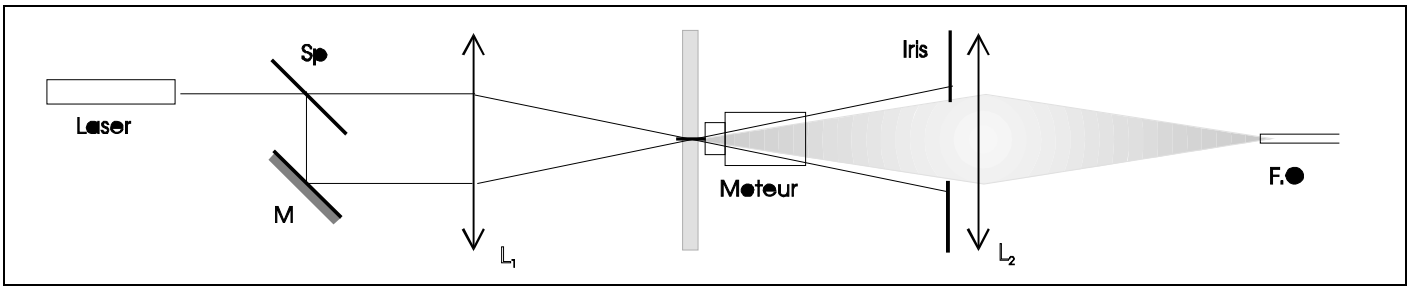
GRILLE DE NOTATION A REMPLIR PAR LES ENSEIGNANTS

TOUS LES FICHIERS A UTILISER DANS CE TP DOIVENT ETRE EXTRAITS DU FICHIER ZIP DU SITE *SUR VOTRE BUREAU* AVANT D'ETRE UTILISES !! -2 POINTS AU TP SI CELA N'EST PAS FAIT

1. ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTÈME

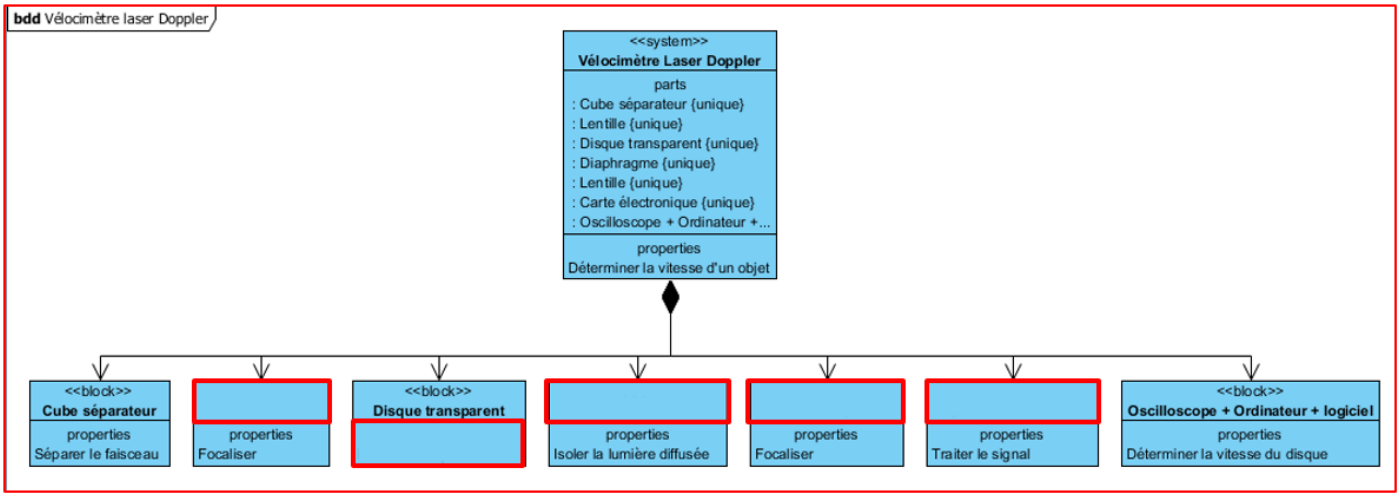
1.1. Éléments à votre disposition

1.2. Analyse fonctionnelle



Compléter le diagramme des exigences : Le montage dessus vous donnera des éléments de réponses.

Réponse :



1.2.1. Exemple d'applications

Indiquer en complétant le tableau cadre 4, quelles doivent être les caractéristiques des systèmes de vélocimétrie laser Doppler utilisés pour chacune de ces trois applications.

Application n°	Nombres de composantes mesurables (1, 2 ou 3)	Détermination du sens de la vitesse (oui ou non)	Mesure par transmission (T) ou rétrodiffusion (R)
1			
2			
3			

Cadre 4 : Caractéristiques des systèmes.

Réponse :

1.3. Introduction

1.3.1. Étude des principes mis en œuvre

On s'intéresse à l'importance de la trajectoire et de la taille des particules…

- Comment varie la fréquence ν si les particules traversent les franges avec une certaine inclinaison θ par rapport à la normale aux franges ?
- Que se passe-t-il si elles sont trop grosses (de diamètre supérieur à i) ? Trop petites ?
- Comment varie la fréquence ν si on augmente f1 ? Si on augmente l'écart d entre les faisceaux ?

Réponse :

1.3.2. Bouffées Doppler

1.3.2.1. Signal Doppler

Suivant la trajectoire (a), (b) (c) ou (d)…

Étudier chaque situation, puis associer chaque trajectoire à son signal Doppler et à son spectre en complétant le tableau *cadre 7*

Réponse : Voir *cadre 7*

Trajectoire	(a)	(b)	(c)	(d)
Signal (1), (2), (3) ou (4)				
Spectre (I), (II) (III) ou (IV)				

Cadre 7 : Bouffées Doppler.

1.3.2.2. Évaluation de la fréquence attendue

On cherche à connaître la fréquence Doppler…

- Évaluer la fréquence Doppler si R ≈ 4 cm et i ≈ 5 µm.
- Quelle doit être, sur l'oscilloscope, la base de temps choisie pour observer 50 oscillations du signal ?

Réponse :

1.3.3. Étude de la carte électronique

En plus des fréquences apportées par la bouffée Doppler…

D'après le schéma structurel de la carte vélocimétrie (voir cadre 4 du dossier technique), compléter le *Cadre11* permettant de déterminer l'effet des différentes structures sur les signaux U1, U2, U3, U4.

Sachant que la maquette comporte un filtre passe-haut et un filtre passe-bas dont le but est d'isoler la bouffée Doppler, préciser comment doivent être choisies les fréquences de coupures de ces filtres par rapport au signal Doppler ?

	Continu	100 Hz	Bouffée Doppler	Bruit HF
U1				
U2				
U3				
U4				

Légende :

X : Présence du signal
A : Signal atténué
0 : Pas de signal

Cadre 11 : Rôle de la carte électronique.

Réponse :

1.3.4. Réglage de la coplanéité des faisceaux

Le réseau de franges…

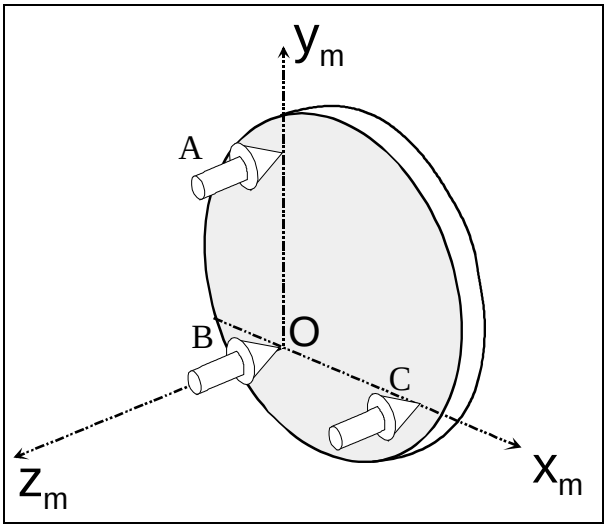
En première approximation, on peut admettre qu'un déplacement angulaire θ du miroir M provoque un déplacement linéaire $\varepsilon = 2f'_1\theta$, dans le plan de focalisation (parallèle au plan xOy à distance f'_1 de la lentille L_1). Voir *cadre 6*

Le miroir est défini dans le repère (O,x_m,y_m, z_m). (voir cadre 12)

- En tenant compte des paramètres du montage (voir données ci-dessous), calculer le déplacement du faisceau au point de concours des faisceaux lorsque la vis de réglage du miroir M tourne d'un tour.
- De combien de tours faut-il tourner la vis pour obtenir un déplacement des faisceaux de 160 µm (ordre de grandeur du diamètre des faisceaux au point de focalisation) ?
- Conclusion, le système est-il bien adapté ?

Données :

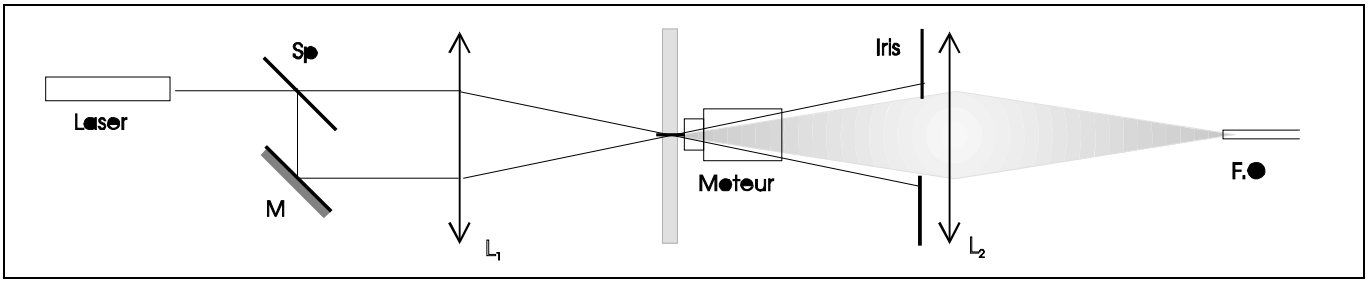
- OA = 30 mm ;
- Focale de L1 : f'_1 = 150 mm ;
- Pas des vis : 0,80 mm.



cadre 12

Réponse :

2. MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME

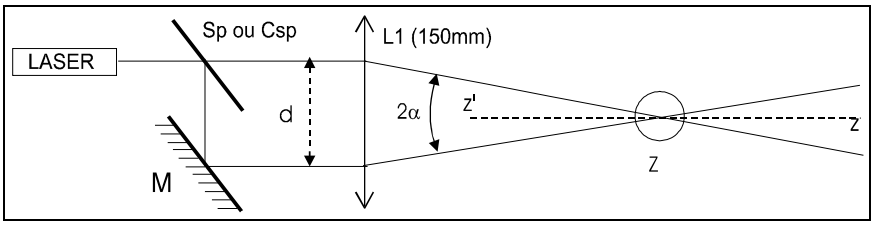


Cadre 15 Montage complet vu du dessus.

2.1. Travail demandé

2.1.1. Montage

Réaliser le montage optique du *cadre 13*

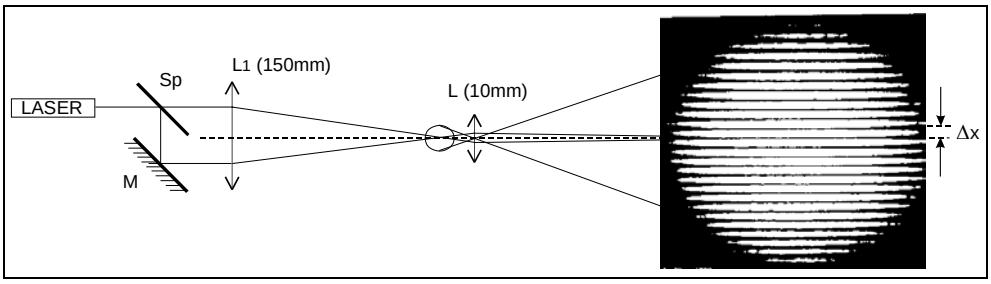


Cadre13 : Réalisation des franges.

2.1.2. Visualisation des franges – Mesure de l'interfrange

Faire l'image des franges d'interférences à une distance D du volume de mesure (grandissement $|\gamma| \approx \frac{D}{f}$, (voir-*cadre 14*). Mesurer D et l'interfrange Δx de l'image. En déduire la valeur de l'interfrange i.

Noter votre valeur de l'interfrange i.



Cadre 14 Visualisation des franges à l'aide d'une lentille L.

Montrer le réglage à un professeur. Expliquer votre mesure de i.

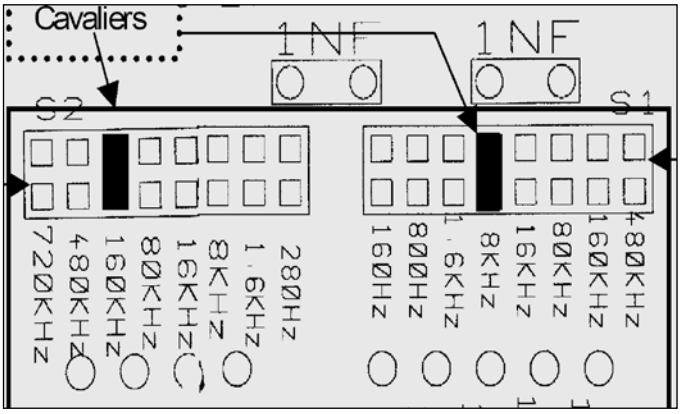
Réponse :

2.1.3. Montage de l'optique et de l'électronique de réception

La lumière diffusée par une particule…
Voir montage complet cadre 15

Avant de sélectionner les filtres inférieur et supérieur, il faut avoir une idée de la fréquence à mesurer. Une évaluation de la fréquence attendue (U51) permet de prévoir ν de l'ordre de 15 kHz.

- Régler les filtres d'après le *cadre 16*



Cadre 16 : Choix des filtres à l'aide des cavaliers.

2.1.4. Installation du disque transparent

- …
- Mesurer (en chronométrant la durée de quelques tours du disque) la vitesse de rotation du disque. Noter le résultat :
- En déduire la fréquence attendue : $\nu = \frac{2\pi RN}{i}$

Réponse :
N = _____ tours.s^{-1}
ν = _____ kHz

2.1.5. Mesure de fréquences Doppler

Rechercher le signal caractéristique du passage d'une particule…

Sous Analyse/Vélocimétrie, tracer le graphe FFT = f(Fréq.). Faire Options/Zoom, encadrant le pic gauche à l'aide d'un rectangle à la souris.

Repérer et noter la fréquence ν (FFT) du maximum.

Sauvegarder le graphe sous *velo.tek.*

Sous Analyse/Vélocimétrie, cliquer sur le bouton Vélocimétrie. Cette commande permet le calcul de la vitesse v des particules ainsi que de la longueur ΔL de la bouffée.

i = ….. µm						
Mesures	M1	M2	M3	M4	M5	…
R (mm)						
ν (kHz) FFT						
v (mm.s^{-1})						
Δt (ms)						
ΔL (µm)						

Cadre 17: *velo2.xls.*

Faire les mesures, dans les mêmes conditions (même interfrange, pour la même vitesse N du disque), en des points M1, M2, etc ... distants les uns des autres de 5 mm le long d'un rayon du disque. Présenter les résultats dans un tableau *Excel velo2.xls* (voir *cadre 17*).

Montrer votre montage à un professeur.

Réponse :
Voir *cadre 17*

3. ANALYSE DES PERFORMANCES DU SYSTÈME

3.1.1. Partie optique

3.1.1.1. Analyse des mesures

Le volume de mesure…

$$d_{vm} \approx 2\omega'_O = \frac{2\lambda f_1}{\pi\omega}$$

Prendre $\omega \approx 0{,}4$ mm (rayon de chaque faisceau à l'entrée de la lentille L_1).

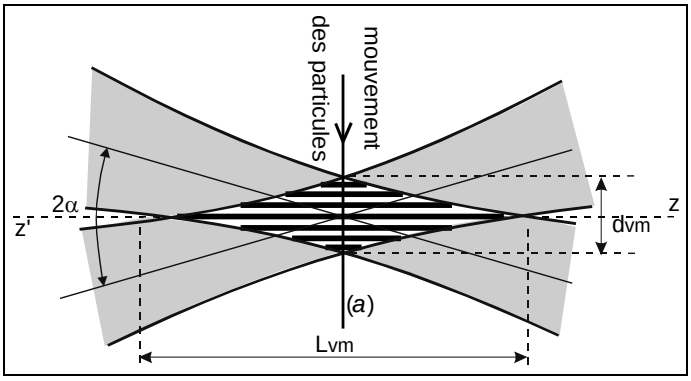
$$L_{vm} \approx \frac{d_{vm}}{\tan\alpha}$$

La valeur de α est obtenue par :

$$i = \frac{\lambda}{2\sin\alpha}$$

Prendre pour i votre valeur trouvée en 2.1.2 (visualisation des franges à défaut prendre $i \approx 4{,}6$ µm).

- Calculer d_{vm} ; calculer L_{vm}.
- Observer le tableau des résultats *velo2.xls(cadre 17)* (à défaut, prendre les valeurs de *secours1.xls cadre 22*). Le logiciel *Oscillo* a calculé la vitesse $v = \nu i$ des particules et la longueur $\Delta L = v\Delta t$ des bouffées Doppler.
- Comparer ΔL à d_{vm} : (largeur mesurée et calculée du domaine de mesure).
- Représenter ν en fonction de R ainsi que la DMC de pente $2\pi N/i$. En déduire la vitesse de rotation du disque N en tours/s.



Cadre 20 : Définition du volume de mesure.

i = 9,1 µm						
Mesures	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ν (kHz) Oscillo	13,16	12,22	11,25	10,30	9,75	9,00
ν (kHz) FFT	13,67	12,10	11,20	10,35	9,55	9,00
v (mm.s^{-1}) = νi	124,4	110,1	101,9	94,2	86,9	81,9
Δt (ms)	1,47	1,22	1,6	1,74	1,77	1,8
ΔL (µm) = v Δt	178,4	134	155	162	163	145,5

cadre 21 : *secours1.xls.*

Réponse : (détail des calculs)

largeur mesurée : ΔL_{moyen} = largeur calculée d_{vm} =

Longueur du domaine de mesure L_{vm} =

Vitesse de rotation du disque : N =

Rappel : vitesse de rotation du disque obtenue en 2.2.4 :

3.1.1.2. Domaine de mesure

Quel est le domaine des vitesses v mesurables par le système si les fréquences ν sont mesurées entre 1 kHz et 1 MHz et si les interfranges i sont choisies entre 3 µm et 30 µm ? (v = υi).

…….. ≤ v ≤ …….

Réponse :

3.1.1.3. Montage par rétrodiffusion

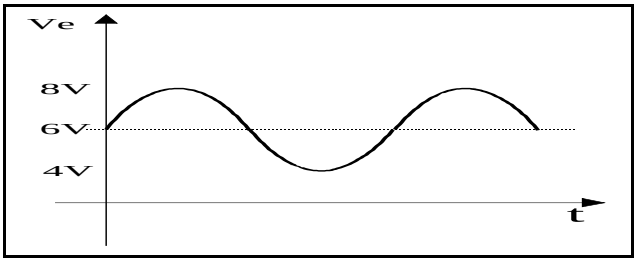
Lire le document dans *VLD_ISL.doc :* "ANEMOMETRE LASER DOPPLER MINIATURE DE l'ISL" puis dire quels avantages présente le système utilisé en rétrodiffusion. Quel est selon vous son principal inconvénient ?

Réponse :

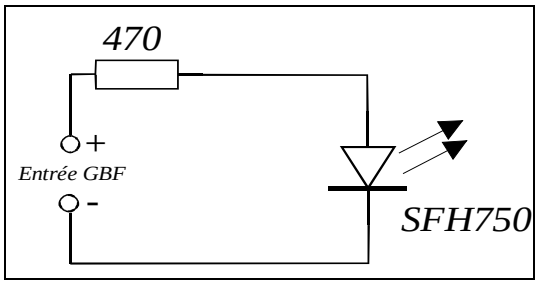
3.1.2. Partie électronique

Dans le cadre d'une mesure…

- Proposer le réglage optimal des filtres (*cadre 25)* permettant la détection de ces bouffées.
- À l'aide d'une fibre optique plastique connecter la carte interface (*Cadre 24*) à la carte électronique de vélocimétrie.
- Injecter un signal sinusoïdal avec une composante continue *cadre 23* (signal d'amplitude maximale 2 V et de composante continue 6 V).
- Visualiser à l'oscilloscope le signal de sortie (V_{OUT}) et la composante alternative du signal d'entrée issu du GBF.
- Relever sous Excel, en une dizaine de points, la caractéristique de Bode du gain. Faire apparaître sur le graphe les fréquences de coupures haute et basse . Sauvegarder le fichier.
- Conclure sur les performances de la carte.



Cadre23 : Signal de sortie du GBF.



Cadre24 : carte interface LED.

Réponse :

Courbe Excel

Fréquence de coupure haute basse

Performance de la carte par comparaison entre les fréquences de coupures sélectionnées et celle obtenues.