

SYSTÈMES DE CARACTÉRISATION DE DIODES LASER

U51. ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTÈME

1.1. Éléments à votre disposition

1.1.1. Matériel

Liste du matériel	U51	U52	U53
Diode laser Toshiba TOLD à caractériser		X	
Diode laser réf. 2255-xxxx à caractériser		X	
Alimentation diode laser Melles Griot		X	
Banc de test laser ES-760		X	
Console Labmaster et préamplificateur		X	
Détecteur LM-2 et LM-2 IR		X	
Micro-ordinateur	X	X	X
Platine de rotation motorisée Polytec		X	
Carte de commande P.I. C832		X	
Carte A/N Eurosmart		X	
Alimentation stabilisée - Oscilloscope		X	
Ampli à détection synchrone et chopper		X	
Détecteur Thorlabs		X	
Éléments électriques et méca. de liaison		X	
Imprimante	X	X	X

cadre 1.

1.1.2. Documentation

Liste de la documentation	U51	U52	U53
Dossier technique	X	X	X
Aide mémoire C/C++		X	

cadre 2.

1.1.3. Logiciels

Liste des logiciels	U51	U52	U53
Diaray		X	
Banlas		X	
Visual C++ V4.0		X	
Orcad 9			X
Excel		X	X

cadre 3.

1.2. Objectif du T.P.

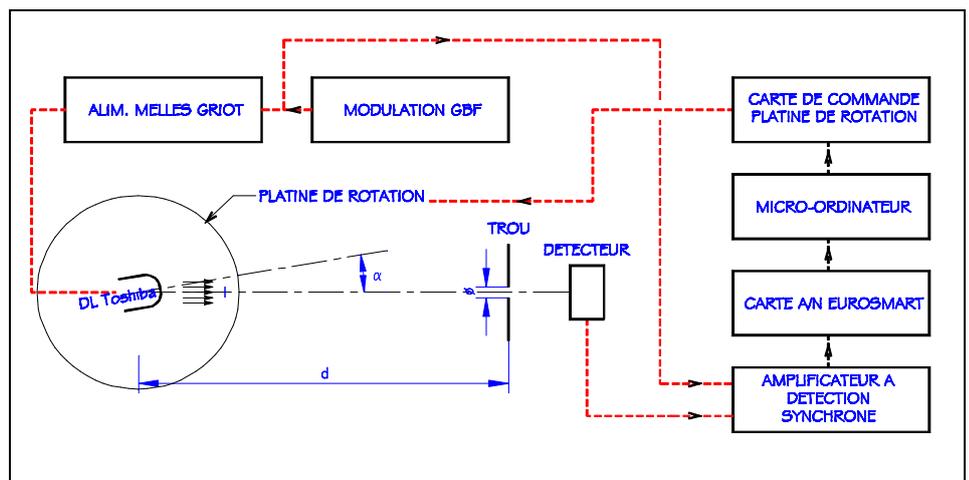
On désire mesurer les caractéristiques optiques et électriques de deux diodes laser.

Dans un premier temps, il s'agit de tracer le diagramme de rayonnement $I = f(\alpha)$ d'une autre diode laser visible (Réf. Toshiba TOLD) mise à votre disposition avec :

- I : Intensité énergétique émise par la source dans la direction du trou.
- α : angle que fait la direction d'observation par rapport à la normale à la surface émissive.

Voir *cadre 4*, le synoptique du 1^{er} système.

Préambule :



cadre 4 : Synoptique du 1^{er} système.

S.T.S. GÉNIE OPTIQUE – OPTION PHOTONIQUE		
Lycée Jean Mermoz – 68300 Saint-Louis – www.lyceemermoz.com		
	MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME U51 – ANALYSE FONCTIONNELLE	Durée : 2 H Version : 16/10/2007 Page : 1/4

$$I(\alpha) = \frac{\Delta P}{\Delta \Omega}$$

avec :

ΔP : puissance élémentaire traversant le trou et reçue sur le détecteur.

$\Delta \Omega$: angle solide sous lequel la diode voit le trou de diamètre \varnothing .

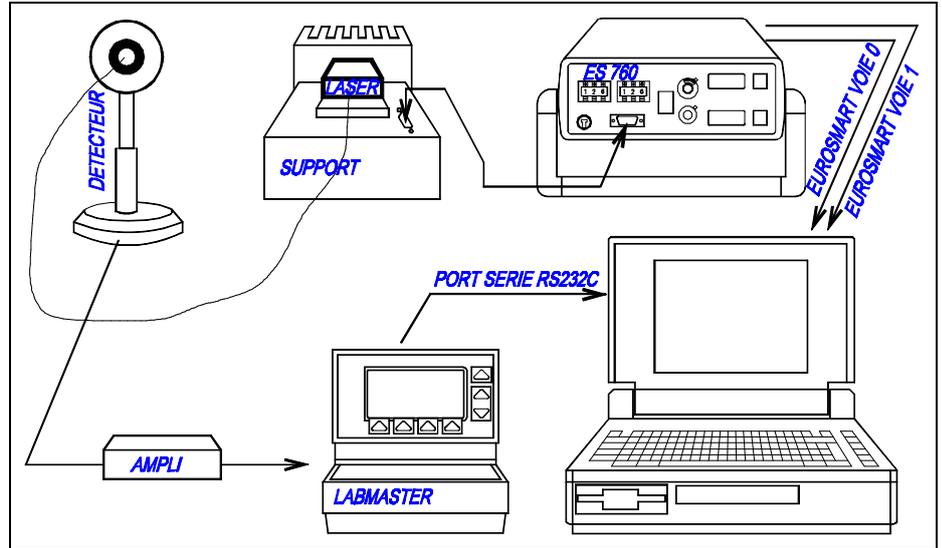
$$\Delta \Omega = \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4 d^2}$$

$\Delta \Omega$ en sr.

Donc : $I(\alpha) = \frac{4 \cdot d^2}{\pi \cdot \varnothing^2} \cdot \Delta P = k \cdot \Delta P$

k : Cte pour un trou de \varnothing constant, placé à une distance d constante, et une amplification constante (k est sans unité ou en sr^{-1}).

Dans un deuxième temps, une tête fibrée (Réf. Toshiba TL2255-xxxx) sera montée sur une semelle support reliée par un câble au boîtier de pilotage ES-760. Les puissances optiques seront mesurées par un détecteur relié à une console Labmaster. Un micro-ordinateur réalise l'acquisition des données et l'édition des résultats. Voir cadre 5 le synoptique du 2^{ème} système.



cadre 5 : Synoptique du 2^{ème} système.

1.3. Étude des principes mis en œuvre

1.3.1. Questions préliminaires

1^{er} système : diode-laser visible

- Quelle est la cellule de mesure à connecter au Labmaster (LM2 ou LM2-IR, voir cadre 6) ?
- Une diode laser non collimatée est-elle plus divergente dans le plan parallèle ou dans le plan perpendiculaire au ruban (si besoin consulter la documentation) ?

2^{ème} système : diode-laser télécom. IR

- Quelle est la cellule de mesure à connecter au Labmaster (LM2 ou LM2-IR, voir cadre 6) ?
- Pourquoi faut-il rentrer la longueur d'onde d'émission de la diode-laser dans la console du Labmaster ?
- Expliquer en quelques lignes la différence d'un point de vue fonctionnel entre le mode noté [ASSERVI] et le mode noté [NON ASSERVI] sur la console de pilotage.

1.3.2. Caractéristiques d'une diode-laser fibrée (2^{ème} système)

1.3.2.1. Étude de la documentation

Rechercher dans la documentation constructeur, pour une température de 25°C :

- Longueur d'onde du laser : _____.
- Caractéristiques du point de fonctionnement préconisé :
 $P_f =$: _____ ;
 $V_f =$: _____ ;
 $I_f =$: _____.
- Courant de seuil : _____.

LM-2	
Spectral Reponse	400 nm to 1080 nm
Accuracy	± 5 %
Aperture Size	7,9 mm
Maximum CW Power	50 mW
Maximum CW Power Density	1 W.cm ⁻²
Maximum Energy Density	N/A
Minimum Full Scall Power	100 nW
Minimum Power Resolution	1 nW
Cooling	Convection
Sensor Type	Silicium Cell
LM-2 IR	
Spectral Reponse	800 nm to 1550 nm
Accuracy	± 6 %
Aperture Size	5 mm central \varnothing
Maximum CW Power	10 mW
Maximum CW Power Density	0,5 W.cm ⁻²
Maximum Energy Density	N/A
Minimum Full Scall Power	5 μ W-LM, 10 μ W-FM
Minimum Power Resolution	10 nW-LM, 1 nW-FM
Cooling	Convection
Sensor Type	Germanium Cell

cadre 6 : Caractéristiques détecteurs.

1.3.2.2. Analyse du 2^{ème} système

1.3.2.2.1. Fonctionnement du laser

En se référant au schéma des constituants de l'émetteur laser (présentation générale rappelé sur le schéma page suivante), indiquer, en complétant le tableau *cadre 7*, quels sont, parmi les éléments constitutifs de la tête d'émission ceux qui interviennent dans la réalisation des différentes fonctions et quel est alors leur rôle dans cette réalisation.

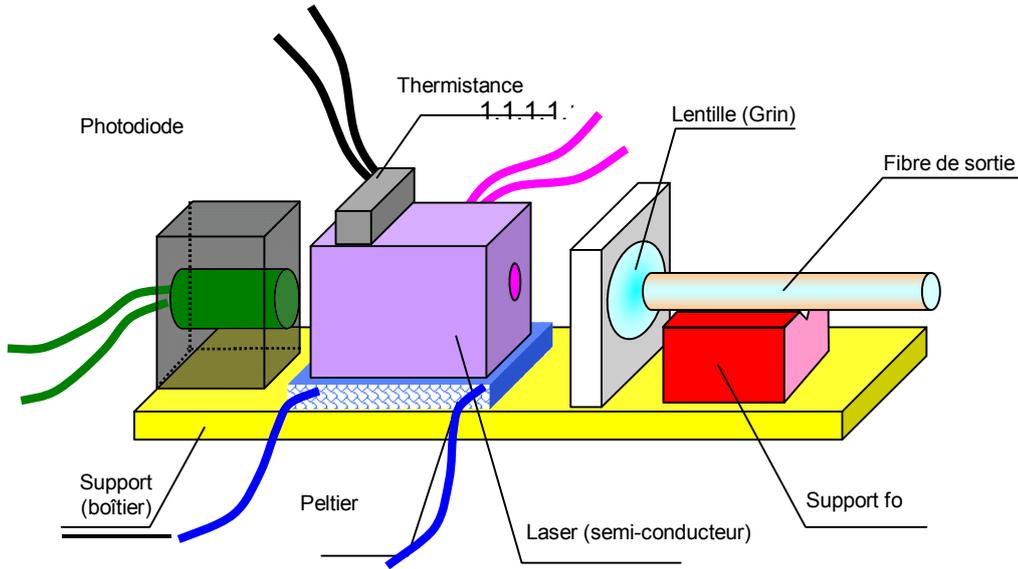
D'après *cadre 9*, compléter le *cadre 7* qui permet de comprendre le fonctionnement du laser.

1.3.2.2.2. Fonctionnement de l'alimentation

Compléter le *cadre 8* qui permet de comprendre le fonctionnement de l'alimentation du laser. Préciser les informations (ou signaux) en entrées associées à la fonction de ce sous ensemble et les informations (ou signaux) en sortie élaborées par ce sous ensemble.

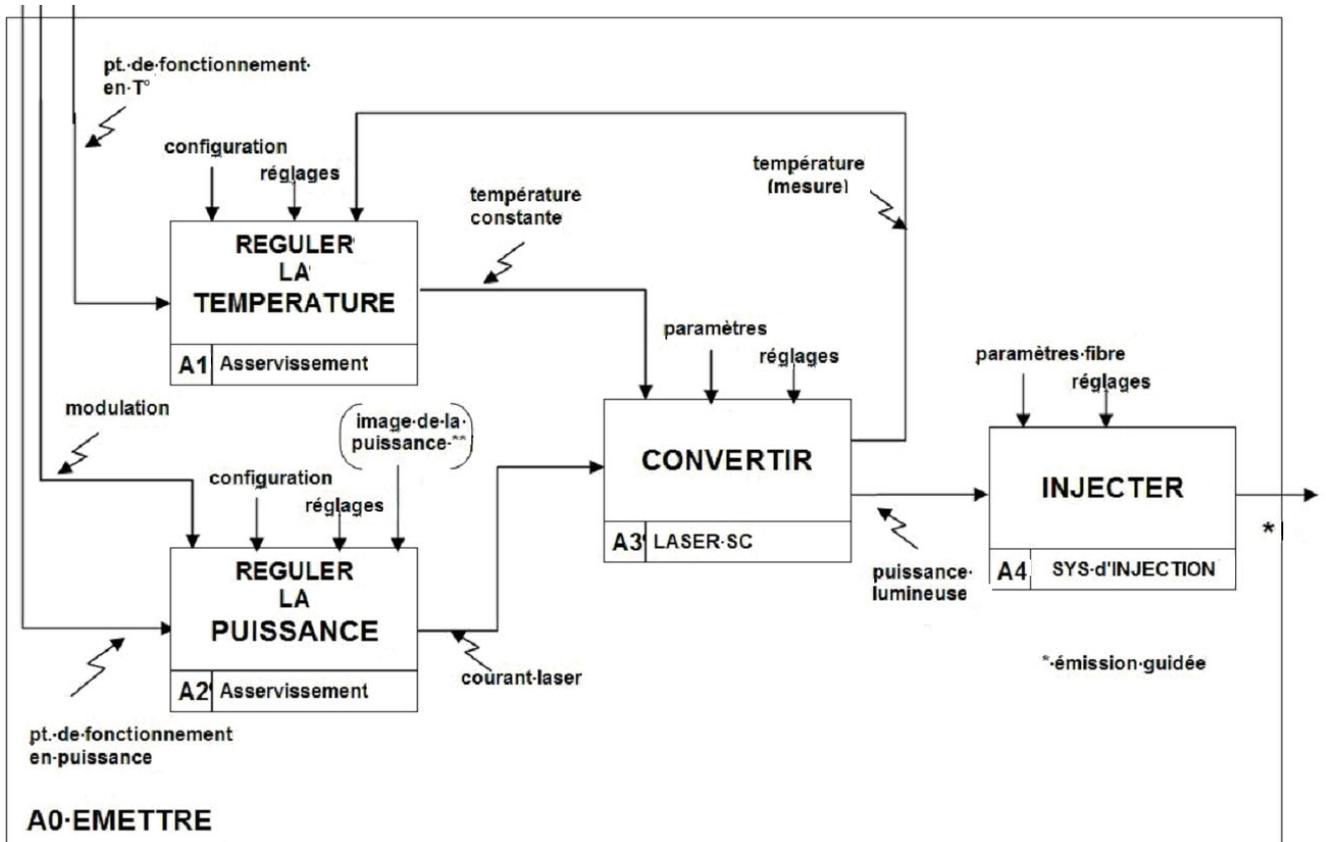
FONCTION	ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LA FONCTION		RÔLE	
A1 - Réguler la température	Photodiode	<input type="checkbox"/>	N	
	Thermistance	<input type="checkbox"/>	N	
	Laser	<input type="checkbox"/>	N	
	Support fibre	<input type="checkbox"/>	N	
	Lentille	<input type="checkbox"/>	N	
	Peltier	<input type="checkbox"/>	N	
A2 - Réguler la puissance	Photodiode	<input type="checkbox"/>	N	
	Thermistance	<input type="checkbox"/>	N	
	Laser	<input type="checkbox"/>	N	
	Support fibre	<input type="checkbox"/>	N	
	Lentille	<input type="checkbox"/>	N	
	Peltier	<input type="checkbox"/>	N	
A3 - Convertir	Photodiode	<input type="checkbox"/>	N	
	Thermistance	<input type="checkbox"/>	N	
	Laser	<input type="checkbox"/>	N	
	Support fibre	<input type="checkbox"/>	N	
	Lentille	<input type="checkbox"/>	N	
	Peltier	<input type="checkbox"/>	N	
A4 - Injecter	Photodiode	<input type="checkbox"/>	N	
	Thermistance	<input type="checkbox"/>	N	
	Laser	<input type="checkbox"/>	N	
	Support fibre	<input type="checkbox"/>	N	
	Lentille	<input type="checkbox"/>	N	
	Peltier	<input type="checkbox"/>	N	

cadre 7 : Analyse du fonctionnement du laser à compléter.



FONCTION	ENTRÉES	SORTIES
A1 - Réguler la température		
A2 - Réguler la puissance		

cadre 8 : Analyse du fonctionnement de l'alimentation à compléter.



cadre 9 : Schéma fonctionnel (9_1.doc).

SYSTÈMES DE CARACTÉRISATION DE DIODES LASER

U52. MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME

2.1. Éléments à votre disposition

2.1.1. Matériel

Voir cadre 1.

2.1.2. Documentation

Voir cadre 2.

2.1.3. Logiciels

Voir cadre 3.

2.2. Mise en œuvre du 1^{er} système :

Diagramme de rayonnement d'une diode laser non fibrée

Utiliser le logiciel *Diaray* pour le pilotage et l'acquisition des données.

2.2.1. Réalisation du montage

Réaliser le montage donné cadre 4 :

- Alimenter la diode laser avec un courant de 20 mA. Vérifier qu'elle est bien orientée et qu'elle émet principalement dans le plan vertical.
- Positionner l'extrémité de la diode laser sur l'axe de rotation de la platine et positionner le capteur sur l'axe principal de la diode.
- Appliquer un signal alternatif de fréquence 670 Hz et d'amplitude ± 0.1 V sur l'entrée modulation de la diode laser ainsi que sur l'entrée référence de l'amplificateur à détection synchrone.
- Le signal lumineux perçu par le détecteur est appliqué sur l'entrée AC In de l'amplificateur à détection synchrone.
- La constante de temps d'intégration est réglée à 100 ms.
- Ajuster le gain de l'ampli à détection synchrone pour avoir un signal compatible avec la carte *Eurosmart* (5 V maxi).

Rôle des différents composants :

- Carte de commande : Pilotage et asservissement en position et vitesse du moteur à courant continu de la platine de rotation.
- Amplificateur : Boîtier amplificateur à placer entre le *Labmaster* et le détecteur.
- Carte *Eurosmart* : Conversion analogique-numérique de la tension image de la puissance reçue par le détecteur pour l'acquisition informatique.
- Micro-ordinateur : Acquisition des puissances lumineuses, pilotage angle α , visualisation des résultats.
- Trou : Diaphragme à iris permettant de limiter la valeur de l'angle solide du faisceau éclairant le détecteur (son diamètre d'ouverture \varnothing est inférieur à celui de la surface sensible de la cellule).
- GBF : moduler le flux lumineux à une fréquence bien définie.
- Amplificateur à détection synchrone : Détecter uniquement des signaux à fréquence identique à celle du GBF.

2.2.2. Mesures

- Faire les mesures a), b) spécifiées cadre 10.
- Par la commande Détecteur/Sélection, spécifier le type de détecteur utilisé, ainsi que le n° de la voie ou le port série en connexion.

N°	Comp.	I _{LASER}	Réf.	Alimentation
a)	DL // ¹	36 mA	TOLD 9442	Melles Griot
b)	DL // ²	18 mA	TOLD 9442	Melles Griot

cadre 10.

1. Diode laser émet un faisceau laser.
2. Diode sous-alimentée émet en DEL.

S.T.S. GÉNIE OPTIQUE – OPTION PHOTONIQUE		
Lycée Jean Mermoz – 68300 Saint-Louis – www.lyceemermoz.com		
	MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME U52 – MISE EN ŒUVRE	Durée : 4 H Version : 16/10/2007 Page : 1/3

- Vérifier le bon fonctionnement du système de détection avec **Détecteur/Test**.
- Avec **Motorisation/Déplacement manuel**, rechercher approximativement l'angle initial $\alpha = 0^\circ$. (Ajuster le \varnothing du trou). Définir cette position comme position origine par **Définir origine**.
- Rechercher les positions à gauche et à droite de P_{MAXI} (U_{MAXI}) jusqu'à ce que P devienne négligeable. Vous aurez ainsi une idée de l'angle d'analyse.

Montrer le réglage à un professeur.

- Définir sous **Spectre/Acquisition** le demi-angle d'analyse ainsi que le nombre de points.
- Utiliser le même fichier (*dl.dia*) pour les enregistrements :
 - Série 1 : 36 mA, parallèle au ruban.
 - Série 2 : 18 mA, parallèle au ruban.

Remarque :

Si la tension lue sur la carte est négative, mettre une valeur dans la zone texte *Offset* afin de ne pas fausser le graphe en coordonnées polaires.

t(°C)	R(kΩ)
(65)	2,1
(60)	2,5
(55)	3
(50)	3,7
(45)	4,5
(40)	5,4
(35)	6,7
30	7,1
25	10
20	12,5
15	16,2
10	19,9
5	26,1
0	32,5
(-5)	39,2
() : À éviter	
gras : Valeurs préconisées	

cadre 11 : Valeurs thermistances.

- Représenter I/I_0 en fonction de θ :
 - en coordonnées polaires en imprimant le fichier *dl.dia*. Changer préalablement l'orientation de l'impression en mode paysage.
 - en coordonnées cartésiennes. Sous **Fichier/Ecrire [TXT] Excel**, exporter vos mesures. Incorporer le fichier *dl.txt* dans une feuille de calcul *Excel*. Sauvegarder sous *dl1.xls*.

2.3. Mise en œuvre du 2^{ème} système : Caractéristiques d'une diode laser fibrée

Attention :

Ce composant est très fragile. Ne pas toucher ses broches avec les mains, il subirait un choc électrostatique (Prix > 750 €). Ne pas le démonter de son support.

2.3.1. Réalisation du montage

Réaliser le montage donné *cadre 5*.

2.3.1.1. Labmaster

- Choisir le détecteur approprié LM-2 ou LM-2 IR.
- Brancher le câble série.
- Régler la longueur d'onde en fonction de la longueur d'onde d'émission du laser (En cas de problèmes, voir *cadre 10* du dossier technique).

2.3.1.2. ES-760

- Connecter la sortie V_{LASER} sur la voie 0 de la carte *Eurosmart* et la sortie I_{LASER} sur la voie 1.
- Régler le courant I_{ALARME} sur 45 mA.
- Avant mise en route: potentiomètre [GROS] et [FIN] à zéro.

2.3.2. Mesures

- Mettre les potentiomètres à zéro et sélectionner le mode asservi.
- Sélectionner une température de 15°C. (Voir *cadre 11*).
- Attendre que la température soit stabilisée à 15°C ($I_{PELTIER}$ constant).
- Charger le logiciel *Banlas*.
- Sous **Labmaster/Connexion et test**, choisir le type de *Labmaster* ainsi que le n° du port série en connexion.
- Vérifier à l'aide du bouton **Lire** que la communication est bonne.
- Sous **Carte Eurosmart/Paramètres et test**, choisir la carte *Eurosmart*. Sélectionner V_{LASER} sur voie 0, et I_{LASER} sur voie 1.
- Vérifier que les valeurs affichées correspondent (à une petite divergence près) à celles affichées sur l'*ES760*.
- Sélectionner la rubrique **Acquisition/ P = f(ILaser) et P = f(VLaser)**.
- Choisir **Série 1** pour une température de 15°C, **Série 2** pour 5°C.

- Faire varier le courant I_{LASER} entre $I_{ALARME} - 5\%$ et 0 en tournant le potentiomètre [GROS] sur l'ES760.

Montrer le réglage à un professeur.

- Pour chaque valeur de I_{LASER} :
 - Faire l'acquisition de la tension V_{LASER} via la carte Eurosmart.
 - Faire l'acquisition de la puissance en sortie de fibre P sur le Labmaster via le port série.

Remarque :

A chaque clic sur le bouton **Acquérir**, le logiciel fait l'acquisition d'une mesure.

Le bouton **Initialiser série** permet d'effacer les mesures qui auraient déjà été faites dans cette série. Dans le cas contraire, la série est complétée.

- Un clic sur **Fermer** affiche le graphe $P = f(I_{LASER})$. Voir aussi **Graphe/Courbes à visualiser**.
- Faire les acquisitions **Série 2** pour 5°C.
- Sous **Fichiers/Sauver sous**, enregistrer vos mesures. Nom du fichier : *ban_las1.ban*.
- Tracer les courbes $P = f(I_{LASER})$ pour les températures 15°C et 5°C sur le même graphe.
- Sélectionner la rubrique **Options/Régressions et DMC**, et tracer deux droites des moindres carrés passant par les parties linéaires des graphes.
- En faire une sortie imprimante en ayant préalablement changé le format en mode paysage.



cadre 12 : Boîte de dialogue *IDD_DEP_MANU*.

SYSTÈMES DE CARACTÉRISATION DE DIODES LASER

U53. ANALYSE DES PERFORMANCES DU SYSTÈME

3.1. Éléments à votre disposition

3.1.1. Matériel

Voir cadre 1.

3.1.2. Documentation

Voir cadre 2.

3.1.3. Logiciels

Voir cadre 3.

3.2. Travail demandé

3.2.1. 1^{er} système : Diagramme de rayonnement d'une diode laser non fibrée

Fichiers : *dl.dia* ou *secours.dia*.

Au choix pour l'un des deux graphes (DL plan parallèle **ou** DEL plan parallèle) :

- Mesurer θ_{-3dB} à l'aide du logiciel *Diaray* sur le graphe en coordonnées polaires (Écart angulaire entre les positions pour lesquelles $I/I_0 = 1/2$).
- Faire apparaître sa valeur sur le graphe en coordonnées cartésiennes.
Calculer la valeur correspondante de m :

$$m = \frac{-\ln 2}{\ln\left(\cos\left(\frac{\theta_{-3dB}}{2}\right)\right)}$$

- Exporter le fichier *secours.dia* sous forme de fichier texte sous *secours.txt*
- Importer le fichier *secours.txt* sous *Excel* et l'enregistrer au format xls sous *secours.xls*
- Tracer sous *Excel* la courbe réelle pratique.
- Repérer la valeur de l'intensité maximale.
- En faisant varier θ entre -20° et $+20^\circ$, programmer la courbe théorique $I = I_0(\cos\theta)^m$, puis la porter sur le même graphique en coordonnées cartésiennes.
- Ajuster éventuellement la valeur de m et décaler la courbe théorique pour bien superposer les 2 courbes.
- Conclusions.

3.2.2. Caractéristiques d'une diode laser fibrée

Fichiers : *ban_las1.ban* ou *secours.ban*.

- Calculer la valeur de η (pente de $P_O = f(I_{LASER})$, voir dossier technique) pour les températures 15°C et 5°C .
- Déterminer le courant de seuil pour les températures 15°C et 5°C .
- Conclusions.

S.T.S. GÉNIE OPTIQUE – OPTION PHOTONIQUE Lycée Jean Mermoz – 68300 Saint-Louis – www.lyceemermoz.com		
	MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME U53 – ANALYSE DES PERFORMANCES	Durée : 2 H Version : 16/10/2007 Page : 1/2

3.2.3. La détection synchrone

Ouvrir sous *orcad9* le projet **detection synchrone.opj**, voir *cadre 14*.

La simulation va permettre d'étudier un signal modulé à 670 Hz de faible amplitude. Ce signal serait difficile à mesurer autrement qu'en ayant recours à la détection synchrone.

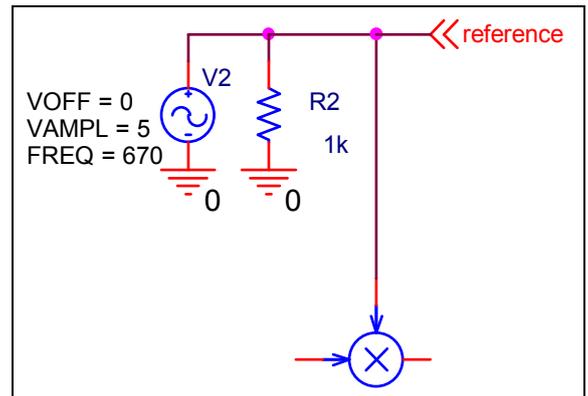
3.2.3.1. Caractéristiques du signal d'entrée

- Placer un marqueur de tension sur le signal d'entrée puis faire une analyse temporelle du signal d'entrée sur une durée de 1 s.
- En faisant une analyse de Fourier du signal d'entrée :
 - Préciser quelles sont les composantes spectrales principales du signal d'entrée.
 - De quels bruits certaines composantes sont-elles représentatives ?

3.2.3.2. Traitement du signal de sortie (avant filtrage)

Après multiplication du signal d'entrée avec le signal de référence (fréquence du signal référence = 670 Hz), on obtient un signal comportant entre autres une raie spectrale à 0 Hz dont l'amplitude dépend des caractéristiques du signal de référence. Voir *cadre 13*.

- Fixer l'amplitude du signal de référence à 1 V, placer un marqueur de tension sur le signal de sortie. Faire une analyse temporelle sur 1 s. Réaliser une transformée de Fourier du signal. Mesurer alors l'amplitude de la composante continue du signal de sortie.
- Refaire cette mesure avec cette fois ci un signal de référence d'amplitude 5 V.
- Conclusion : Quelle est l'influence de l'amplitude du signal de référence sur l'amplitude de la composante continue ?

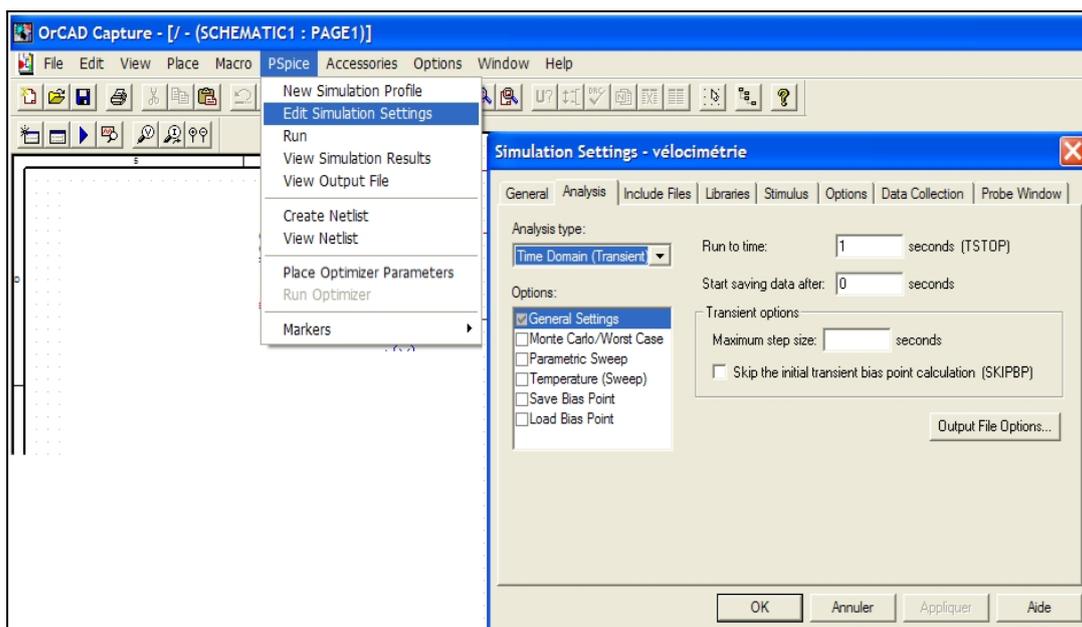


cadre 13.

3.2.3.3. Réglage du filtre

L'amplitude du signal de référence est maintenue à 5 V.

- Placer un marqueur de tension sur la sortie *sfiltre*.
- Régler l'amplification T du filtre pour obtenir en sortie un signal continue d'amplitude 1 V.
- Régler le coefficient d'amortissement à $m = 0,707$ (ajuster le coefficient B).
- La fréquence de coupure du filtre sera choisie égale à 10 Hz. Déterminer alors R7 et R8.
- Le choix de la fréquence de coupure vous semble-t-il correct (examiner le spectre du signal avant filtrage) ?
- Faire une analyse temporelle sur 1 s.
- Conclusion : Le signal est-il celui attendu ? Quelle modification permettrait d'améliorer la qualité du signal de sortie ?



cadre 14 : Fichier de simulation.