

DIAGRAMMES DE RAYONNEMENT DE DIODES

Durée : 3H. Ce T.P. comporte 4 pages.

1. ELEMENTS A VOTRE DISPOSITION

1.1 MATERIEL

Alimentation Melles Griot pour diode laser - Diode laser Toshiba TOLD 9442 à caractériser - Platine de rotation motorisée - Détecteur LM-2 - Console Labmaster + ampli - Micro-ordinateur - Carte A/N USB6009 - Carte de commande platine

1.2 LOGICIELS

Logiciel Excel - Logiciel  Diaray_LV .

2. OBJECTIF DU T.P.

On désire caractériser le faisceau émis par une diode-laser : il s'agit de tracer le diagramme de rayonnement $I = f(\alpha)$ de la diode-laser (Réf. Toshiba TOLD 9442) 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 1 le synoptique du système.

Préambule :

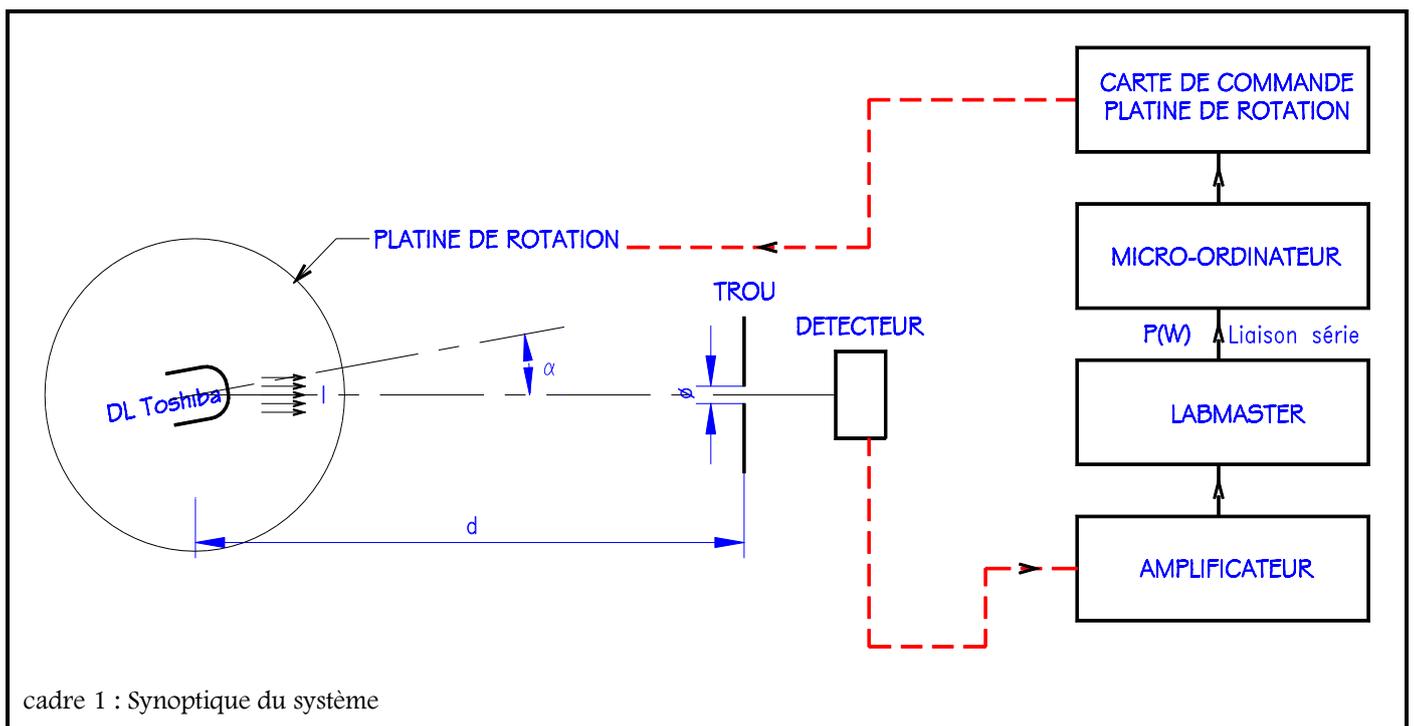
$$I(\alpha) = \frac{\Delta P}{\Delta \Omega}$$

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

$\Delta \Omega$: angle solide (en sr) sous lequel est vu le trou depuis la diode.

$$\Delta \Omega = \frac{\pi \cdot \varnothing^2 / 4}{d^2} \quad \text{donc :} \quad I(\alpha) = \frac{4 \cdot d^2}{\pi \cdot \varnothing^2} \cdot \Delta P = k \cdot \Delta P$$

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



cadre 1 : Synoptique du système

3. TRAVAIL A REALISER

TRAVAIL PREPARATOIRE

3.1 Etude du document page 4

- Préciser le type de diode laser étudiée et ses modes de fonctionnement possibles (peut-on réguler, le courant diode laser, la puissance lumineuse émise, la température ?).
- Quelles sont les précautions à prendre pour ne pas claquer la diode laser ? (préciser le branchement de la diode laser et de la photodiode)
- Commenter **chacun des 7 diagrammes représentés**.

TRAVAIL A FAIRE SUR PLACE

3.2 Mise en œuvre du montage

Réaliser le montage donné cadre 1 : Synoptique du système.

Attention :

- Toutes les connexions sont à faire à l'arrêt !
- En cas de problème, faire appel à un professeur.

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.
- Labmaster : Affichage puissance lumineuse P reçue par le détecteur et transmission valeur au micro-ordinateur via liaison série *USB6009*.
- Micro-ordinateur : on va utiliser le logiciel *DiaRayLV* pour le pilotage de la platine de rotation (angle α), l'acquisition des puissances lumineuses et la visualisation des résultats.
- Trou (facultatif) : diaphragme à iris permettant de limiter la valeur de l'angle solide du faisceau éclairant le détecteur (si son diamètre d'ouverture \varnothing est inférieur à celui de la surface sensible de la cellule).

3.3 Configuration du mesureur de puissance

3.3.1 Introduction

Le Labmaster est une console universelle de mesure de puissance radiométrique, gérée par microprocesseur. Il peut être utilisé avec tous les lasers du marché en connectant un détecteur adéquat (Lasers continus, pulsés, de l'U.V. à l'I.R., avec des puissances variant du nW au kW).

Le détecteur connecté est reconnu automatiquement par la console.

3.3.2 Sélection de la longueur d'onde

La réponse du détecteur Silicium dépend de la longueur d'onde. Le seul étalonnage à effectuer est donc l'introduction de la longueur d'onde de la source. (Voir cadre 3 : Changement de longueur d'onde)

- Choisir le détecteur approprié LM-2 (Voir cadre 2 : Caractéristiques détecteur Si).
- Rentrer dans la console la longueur d'onde (Voir cadre 3) d'émission du laser (en fonction du document technique). Expliquer comment la valeur de la longueur d'onde influe sur la valeur affichée de P.

3.4 Acquisitions et mesures

- 1) Dans *Paramètres/Puissancemètre*, sélectionner le puissancemètre utilisé, donner le n° de la voie d'acquisition et tester la communication avec *Test lecture*.
- 2) Dans *Paramètres/Platine de rotation*, choisir l'interface de pilotage de la platine de rotation et le numéro du port USB de pilotage. Lorsque le bon port est trouvé, la platine est reconnue dans le bandeau d'identification. Tester le pilotage de la platine.
- 3) Rechercher approximativement l'angle initial $\theta = 0^\circ$. (Ajuster éventuellement le \varnothing du trou). Définir cette position comme position origine par *Définir l'origine*.
- 4) Rechercher les positions à gauche et à droite de U_{MAXI} jusqu'à ce que U devienne négligeable. Vous aurez

LM-2	
Sensor Type	Silicium Cell
Spectral Reponse	400 nm to 1080 nm
Accurary	$\pm 5 \%$
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

cadre 2 : Caractéristiques détecteur Si

Labmaster	
1	Appuyer sur la touche [MENU]
2	Sélectionner la rubrique [WaveLength Select avec les curseurs haut ou bas. Appuyer sur [SELECT]
3	Choisir la décade avec les curseurs << ou >>. Incrémenter ou décrémente la décade avec les curseurs haut ou bas
4	Appuyer sur [RETURN]

cadre 3 : Changement de longueur d'onde

TS1 Génie Optique Photonique

ainsi une idée de l'angle d'analyse.

- 5) Définir sous [Paramètres/Acquisition du diagramme de rayonnement](#) le demi-angle d'analyse ainsi que le nombre de points.
 - 6) Utiliser des fichiers différents (*série x_dia*) pour les 4 enregistrements :
 - Série 1 : 18mA, parallèle au ruban.
 - Série 2 : 36 mA, parallèle au ruban.
 - Série 3 : 18 mA, perpendiculaire au ruban.
 - Série 4 : 36 mA, perpendiculaire au ruban
- Montrer le réglage à un professeur.

N° série	Emission	I _{LASER}
1	DEL // ¹ 3	18 mA
2	DL // ¹ 4	38 mA
3	DEL ⊥ ^{2,3}	18 mA
4	DL ⊥ ^{2,4}	38 mA

1. Analyse dans le plan // au ruban
2. La tourner de 90° pour analyse dans le plan ⊥ au ruban
3. Diode laser émet en diode électroluminescente
4. Diode laser émet un faisceau laser.

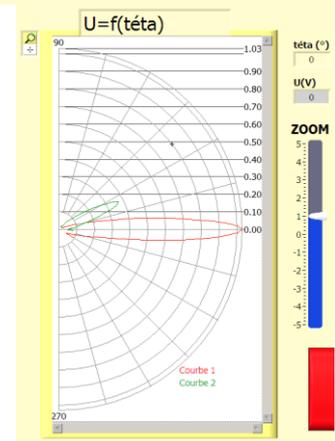
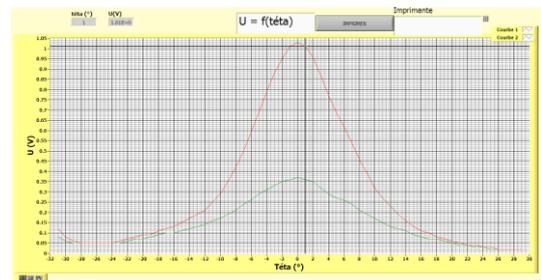
3.4.1 Acquisition des courbes brutes

Faire les enregistrements. Sauvegarder les fichiers sous [Fichier/Enregistrer le courbes](#). Représenter I en fonction de α

- a) [en coordonnées polaires](#)
- b) [en coordonnées cartésiennes](#).

Faire des copies d'écran avec Screen Hunter. Regrouper sur une même feuille les courbes en polaire et sur une autre feuille les courbes en cartésiennes (préciser la série pour chaque graphe). Imprimer les 2 feuilles.

On appelle θ_{-3dB} l'écart angulaire entre les positions pour lesquelles $I/I_0 = 1/2$ (sans tenir compte des éventuels lobes secondaires). Mesurer les valeurs de θ_{-3dB} et les faire apparaître sur chaque graphe (en coordonnées cartésiennes et polaires)



3.4.2 Interprétation des résultats sous LabVIEW

- On s'intéresse à chaque courbe prise successivement.
- Commencer avec la courbe *série1_dia*. Dans [Options/Opérations sur les courbes/Normaliser](#) cette courbe (maximum à 1 soit 100%).
- Tracer le graphe en coordonnées cartésiennes puis le graphe en coordonnées polaires. Mesurer à nouveau θ_{-3dB} sur ces graphes à l'aide du logiciel.
- Comparer les valeurs trouvées à celles mesurées précédemment.

• Calculer la valeur correspondante de m :

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

- Sous [Graphes/Graphes à visualiser](#), rentrer la valeur 1 pour I_0 et la valeur mesurée en degrés de θ_{-3dB} . Valider la case $I = I_0 \cdot (\cos \theta)^m$
- Sous [Options/Opérations sur les graphes, Graphes à visualiser](#), décaler angulairement la courbe théorique pour bien superposer les 2 courbes.
- Sauvegarder sous *série xN_dia* et faire des copies d'écran. Regrouper sur une même feuille les courbes en polaire et sur une autre feuille les courbes en cartésiennes (préciser la série pour chaque graphe). Imprimer les 2 feuilles.
- Conclusions.

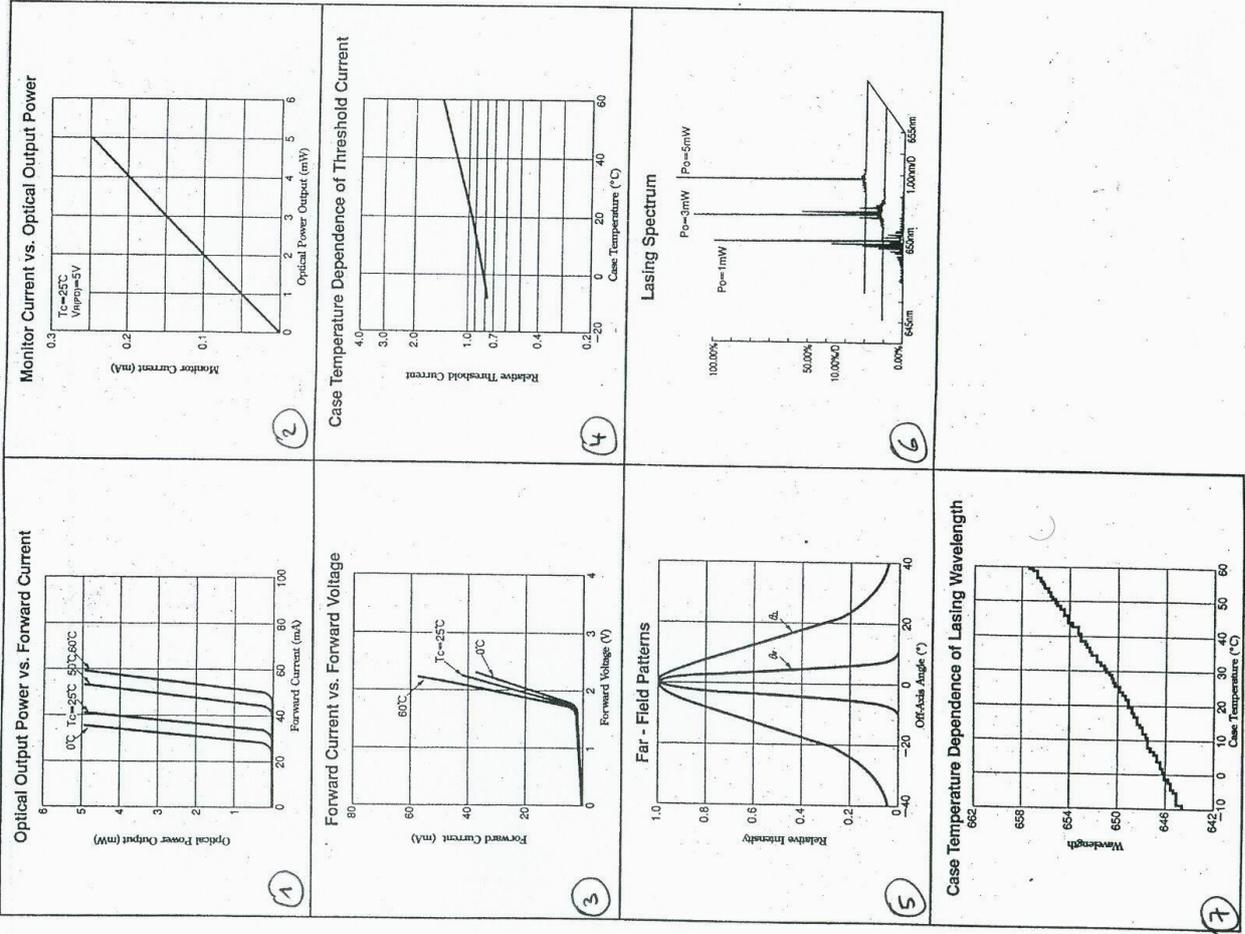
3.5 Modélisation sous Excel

Choisir un des fichiers *série x_dia*. A partir de LabVIEW, exporter ce fichier sous Excel au format txt. Le lire avec Excel et l'enregistrer au format xls. Programmer la courbe $I = I_0 \cdot (\cos \theta)^m$ dans une nouvelle colonne et superposer les courbes expérimentales et théoriques. Enregistrer le fichier dia.xls.

3.6 Conclusions :

- a) L'équation modélisant le diagramme d'émission est-elle satisfaisante ?
- b) Les valeurs de θ_{-3dB} sont-elles conformes aux données constructeur ?
- c) Une diode-laser non collimatée est-elle plus divergente dans le plan parallèle ou dans le plan perpendiculaire au ruban ? A quel phénomène d'optique ondulatoire ceci vous fait-il penser ?

TOLD9442M/MC



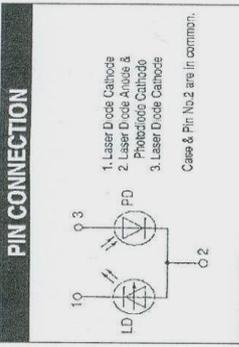
TOSHIBA AMERICA ELECTRONIC COMPONENTS, INC.

THORLABS
435 Route 206 • P.O. Box 366
Newton, NJ 07860-0366

TOSHIBA LASER DIODE
TOLD9442M
InGaAlP LD

TOSHIBA	
Semiconductor Laser	
TYPE TOLD9442 M	
Lot 91	No. 77316
TEST CONDITION	
Tc	25.0 °C
Po	5.0 mW
DATA	
Ith	31.7 mA
Iop	40.1 mA
θ _{1/2}	27.7 °
θ _{1/2}	8.1 °
λ ₀	651.5 nm
λ _{1/2}	0.162 mÅ

- Lasing Wavelength: λ₀ = 650nm (typ.)
- Optical Output Power: P₀ = 5mW (CW)
- Operation Case Temperature: T_c = -10 ~ 60°C



Maximum ratings (T_c=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Optical Output Power (CW)	P ₀	5	mW
LD Reverse Voltage	V _{RLD}	2	V
PD Reverse Voltage	V _{R(PD)}	30	V
Operation Case Temperature	T _c	-10 ~ 60	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-40 ~ 85	°C

Optical-electrical characteristics (T_c=25°C)

Characteristic	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
Threshold Current	I _{th}	CW operation	----	30	55	mA
Operation Current	I _{op}	P ₀ =30mW	----	35	60	mA
Operation Voltage	V _{op}	P ₀ =30mW	----	2.4	2.7	V
Lasing Wavelength	λ ₀	P ₀ =30mW	645	650	655	nm
Beam Divergence	θ _{1/2}	P ₀ =30mW	7	8	12	°
Monitor Current	I _m	P ₀ =30mW	0.24	28	35	°
PD Dark Current	I _{ypd}	P ₀ =30mW	0.07	0.25	0.35	mA
PD Total Capacitance	C _{T(PD)}	V _g =5V	----	----	100	pF
		V _g =5V, f=1MHz	----	----	20	pF

Due to technical progress, the information contained herein may be changed without prior notice

NOMS :

Date :

.....

.....

FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE

Barème de correction

§	Travail à faire	Pts sur place	Pts. rapport	Remarques
TRAVAIL PREPARATOIRE				
3.1	Etude du document page 4		___/4	
TRAVAIL PRATIQUE				
3.2 et 3.3	Mise en œuvre du montage et Configuration du mesureur de puissance	___/2		
3.4.1	Acquisition des courbes brutes	___/2	___/3	
3.4.2	Interprétation des résultats sous LabVIEW		___/4	
3.4.2	Modélisation sous Excel		___/3	
3.5	Conclusions		___/2	
Les points dans les champs grisés sont attribués sur place. À la correction, ces points ne seront plus reportés sur le compte-rendu.		Note : ___/20		

Remarques des élèves (problèmes matériels, erreurs dans le sujet, ...) :