

# Fiche pédagogique

## SYSTEME DE CARACTERISATION D'UNE DIODE LASER

### Niveau :

1<sup>ère</sup> année de BTS systèmes photoniques.

### Objectifs :

*En possession des documents et des informations techniques complémentaires nécessaires, l'élève doit être capable de mettre en œuvre un système de caractérisation d'une diode laser.*

- C C1.1 : Analyser un cahier des charges
- C1.2 : Définir l'architecture fonctionnelle d'un système
- C1.3 : Proposer des solutions techniques
- C1.5 : Simuler et valider les solutions techniques
- C2.1 : Assembler les composants
- C2.3 : Régler le système
- C3.1 : Mettre en œuvre un système optique
- C3.2 : Valider un système
- C5.3 : Synthétiser des données techniques.

### Forme :

TP de 6 heures, par binôme ou trinôme.

### Pré-requis :

- Lecture de dossiers ressources.
- Connaissance en mathématiques, optique, mécanique et informatique.

### Méthode :

| On donne :   | On demande :  | On évalue :  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un sujet de T.P.,</li> <li>- Un dossier technique.</li> <li>- Les logiciels associés au TP</li> <li>- Tout le matériel nécessaire à la mise en œuvre du système.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- De faire l'analyse fonctionnelle du système.</li> <li>- De mettre en œuvre le système.</li> <li>- D'analyser les performances du système.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- La compréhension du principe de fonctionnement en mode asservi et non asservi et l'influence de l'intensité ou la température sur la variation en longueur d'onde.</li> <li>- La mise en œuvre du système.</li> <li>- L'analyse des résultats obtenus lors de la mise œuvre du système.</li> <li>- L'attitude, l'autonomie.</li> <li>- Le résultat obtenu</li> <li>- Le respect des règles de sécurité</li> <li>- La présentation du compte rendu.</li> </ul> |

# SYSTÈMES DE CARACTÉRISATION DE LASERS

## 1. Éléments à votre disposition

### 1.1. Matériel

Voir cadre 1

### 1.2. Documentation

Voir cadre 2

### 1.3. Logiciels

Voir cadre 3

#### Liste du matériel

Banc de test laser ES-760  
 Diode laser à caractériser 2255-6175  
 Micro-ordinateur  
 Carte A/N USB6009  
 Imprimante

cadre 1

#### Liste de la documentation

Dossier technique

cadre 2

#### Liste des logiciels

Banlas\_LV  
 Labview  
 Excel

cadre 3

## 2. Présentation du contexte

Un industriel spécialisé dans les TELECOM doit, pour obtenir un minimum d'erreurs dans ses transmissions numériques, générer un faisceau laser de longueur d'onde et de puissance les plus stables possible. Il veut donc connaître avec précision l'influence des variations (intensité, température) sur la puissance et la longueur d'onde. En plus il veut savoir si la doc technique fournie de sa diode laser correspond effectivement au composant testé.

### Problématique :

Elle consiste à répondre, en fin de TP, aux questions suivantes :

- Quels sont les 2 façons de faire varier la longueur d'onde d'une diode laser
- En mode **asservi avec le Peltier** en fonctionnement est ce qu'une perturbation extérieur (variation de température) a une influence sur la puissance émise.
- Peut-on concevoir d'utiliser une diode laser sans asservissement ? Pourquoi ?
- La doc technique correspond-elle à la diode laser étudiée ?

## 3. Analyse du système :

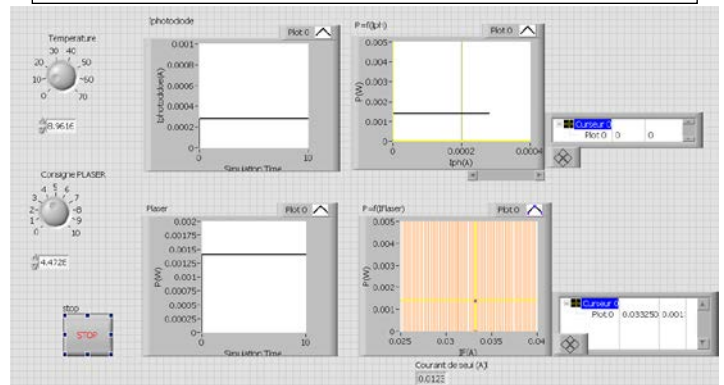
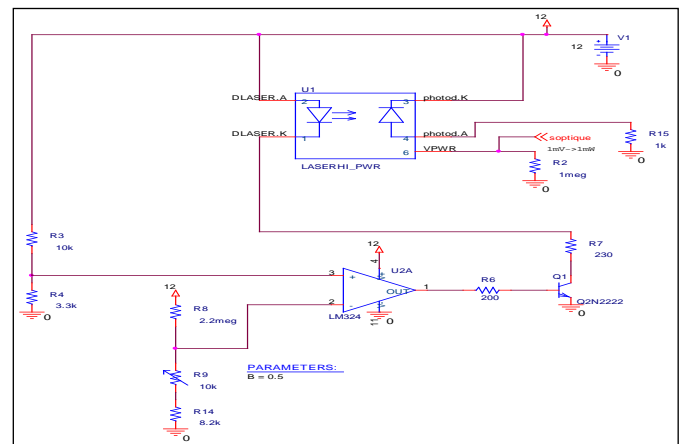
### 3.1. Simulation du fonctionnement d'une diode laser asservie en puissance

Un moyen de stabiliser une source laser en puissance est de l'asservir en puissance : l'utilisateur indique la puissance qu'il souhaite, et la fait comparer à la puissance effectivement émise par la source. Cette dernière est corrigée pour correspondre à la puissance voulue.

On se propose d'étudier à l'aide du logiciel de simulation Labview, le comportement modélisé d'un asservissement d'une diode laser. Voir ci-contre.

#### 3.1.1. Fichier Laser\_non\_asservi.vi

- Ouvrir le vi Laser\_non\_asservi.vi sous Labview.
- 4 graphes sont représentés : Iphotodiode=f(t), Plaser=f(t), Plaser=f(Iphotodiode), Plaser=f(IFlaser)
- Ajuster la température de fonctionnement à 20°C
- Ajuster ensuite la consigne Plaser pour avoir une puissance laser de 1mW
- Préciser quel est la valeur du courant Laser IF dans cette configuration
- Faire varier la température entre 0° et 70°C
- Que remarquez-vous sur la puissance de la diode laser en fonction de la température dans ce mode de fonctionnement ?

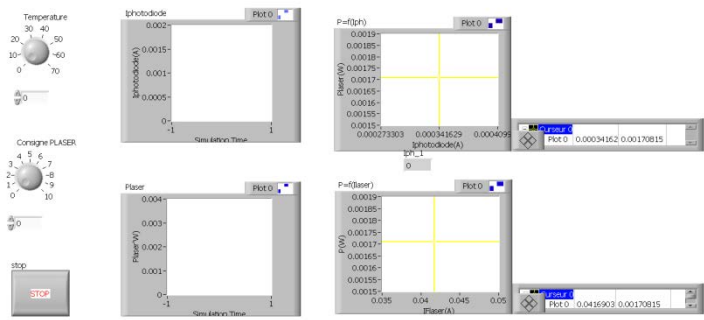


cadre 4: Schéma électronique et fichier labview en mode non asservi

- Que remarquez vous alors sur le courant laser en fonction de la température dans ce mode de fonctionnement ?

3.1.2. Fichier Laser\_asservi.vi

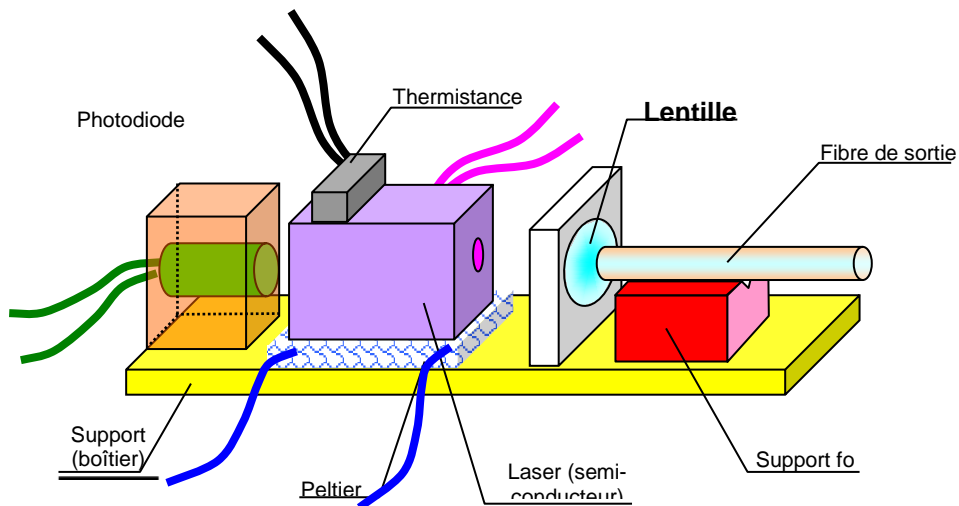
- Ouvrir le vi Laser\_asservi.vi sous Labview
- Ajuster la consigne PLASER à 2.98 et la consigne température à 20°C
- Donner pour ces 2 consignes la valeur de Plaser et de Iphotodiode.
- Faire varier la température de 0° à 70°.
- Que remarquez vous sur le courant laser en fonction de la température dans ce mode de fonctionnement ?
- Que fait la puissance lors des variations de température dans ce mode ?



cadre 5 : Fichier Labview en mode asservi.

3.1.3. Conclusion

- Préciser l'élément essentiel intégré dans la diode laser qui permet la réalisation de l'asservissement en puissance de la diode laser.
- En fonction de la température, quelle est la différence de fonctionnement (courant et puissance de la diode laser) qui existe dans le mode asservi et non asservi ?



3.2. Diode laser telecom

3.2.1. Questions préliminaires

- Rechercher dans la documentation constructeur, pour une température de 25°C :
- Longueur d'onde du laser :
  - Courant laser limite  $I_L$  (d'après graphe dossier technique) :
  - Courant limite  $I_{ALARME} = I_L - 5\%$  (à régler sur ES760) :
  - Caractéristiques du point de fonctionnement préconisé :  
 $P_f =$   
 $V_f =$   
 $I_f =$
  - Courant de seuil ( $I_{Th}$ ) :
  - Module à effet Peltier : [OUI/NON] ?
  - Photodiode PIN de contrôle : [OUI/NON] ?
  - Quel est le rôle de la photodiode de monitoring intégrée dans le boîtier de la diode laser ?
  - Que vaut le courant photodiode ( $I_{ph} = S.P$ ) lorsque la puissance émise par la DL est nulle puis lorsqu'elle vaut 1,6mW ?
  - Quel est le rôle du composant Peltier intégré dans le boîtier ?

3.2.2. Stabilité de la diode laser

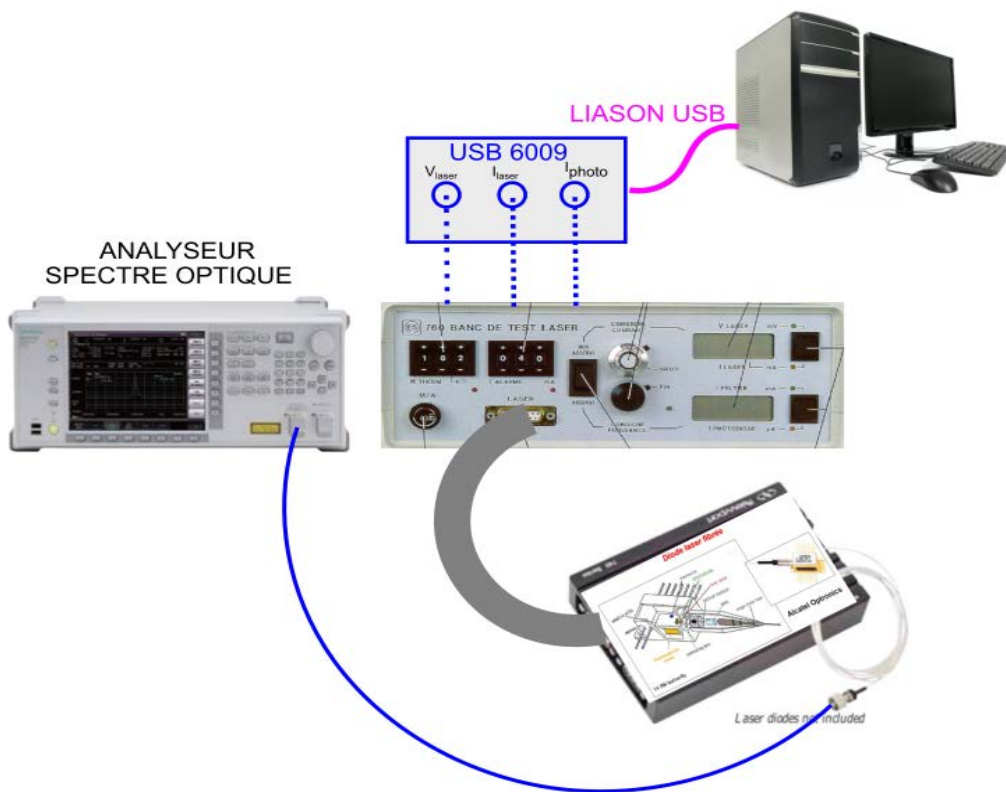
- Retrouver dans la documentation constructeur le coefficient maximum en (nm/K) de la variation de longueur d'onde due à la variation de température ?
- De combien (valeur maximale) peut varier la longueur d'onde centrale si la température passe de 25°C à 5°C ?
- Retrouver aussi dans cette même documentation le coefficient maximum en (nm/mA) de la variation de longueur d'onde due à la variation d'intensité dans la diode laser.
- De combien (valeur maximale) peut varier la longueur d'onde centrale si le courant de la DL passe de 40mA à 50mA ?
- Comparer ces variations à la largeur spectrale. Laquelle des 2 variations (courant, température) est la plus importante en télécommunication, sachant qu'on transporte une information sur une longueur d'onde précise.

| 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   |
| <b>25</b> | 10    |
| <b>20</b> | 12,5  |
| <b>15</b> | 16,2  |
| <b>10</b> | 19,9  |
| <b>5</b>  | 26,1  |
| 0         | 32,5  |
| (-5)      | 39,2  |

( ) : A éviter  
**gras** : Valeurs préconisées  
 cadre 6: Valeurs thermistance

4. Mise en œuvre du système

4.1. Montage à réaliser



Cadre 7: Synoptique du système.

***On décrit ci-dessous le fonctionnement et le réglage des différents appareils (ES-760, Labmaster)***

Attention :

- Toutes les connexions sont à faire à l'arrêt !
- l'ES-760 se connecte à un port analogique du module USB 6009 !
- Ne jamais déconnecter la jarrettière connectée à l'analyseur de spectre optique
- En cas de problèmes, faire appel à un professeur.

## 4.2. ES-760

- Connecter la sortie  $V_{LASER}$  sur la voie 0 de la carte USB 6009, la sortie  $I_{LASER}$  sur la voie 1 et la sortie  $I_{PHOTO}$  sur la voie 2..
- **Par mesure de sécurité, vérifier que le courant  $I_{ALARME}$  est réglé sur 45 mA.**
- Avant mise en route : potentiomètre [GROS] et [FIN] à zéro.
- Régler la thermistance pour une température de  $0^{\circ}$  (**Voir cadre 6**).

**REMARQUE : La valeur de résistance comporte 3 chiffres : le premier les dizaines, le deuxième les unités ; le troisième est le chiffre après la virgule (dixièmes). Ainsi pour sélectionner 2.1K $\Omega$ , il faudra valider 021.**

Le banc de test laser est destiné à alimenter et contrôler des lasers et des diodes électroluminescentes montés en boîtier DIL ou Butterfly.

**Les composants équipés d'un élément Peltier peuvent être asservis en température en réglant sur la face avant la valeur de la thermistance.** (cadre 6)

La sécurité du laser est assurée par une alarme en courant réglable sur la face avant. **Ne jamais dépasser la valeur LIMITE de la diode laser (Destruction immédiate !).**

Le courant et la tension laser ainsi que le courant photodiode et le courant Peltier sont visibles sur un écran LCD et sont disponibles en face arrière sur des sorties analogiques (Voir cadre 8).

### Modes de fonctionnement

Deux modes d'utilisation sont disponibles :

- Laser piloté à **courant constant (Mode Non Asservi)**.
- **Laser asservi** par sa photodiode (**Mode Asservi**)

## 4.3. Réglages

Le montage hors tension enlever le capuchon en sortie optique de la diode laser. Vous **le remettrez en place à la fin du TP**. Connecter alors la sortie optique de la diode laser à l'**analyseur de spectre optique**.

**Ne jamais modifier la consigne de température lorsque l'alimentation de la diode laser est sous tension.**

Réaliser le montage donné Cadre 7

Montrer le montage à un professeur.

## 4.4. Mesures

Utiliser le logiciel Banlas\_LV pour l'acquisition des mesures et l'édition des résultats.

### 4.4.1. Module Peltier hors-circuit

Nous allons étudier l'influence d'une dérive de température sur la puissance optique  $P$  émise par la diode laser et de sa longueur d'onde.

- Ajuster la température de la diode laser à  $0^{\circ}\text{C}$

#### 4.4.1.1. En mode non asservi en puissance

- Vérifier que l'interrupteur qui commande le Peltier **est positionné sur ON**
- Mettre les potentiomètres à zéro et sélectionner le mode non asservi.
- Fixer le courant  $I_{LASER}$  40mA.
- Attendre que la température de la diode soit stabilisée. (Appuyer sur le bouton  $I_{PELTIER}$  de l'ES\_760 attendre que l'affichage se stabilise)
- Sous **Paramètres/Carte d'acquisition**, choisir le type de carte d'acquisition branchée puis sélectionner les voies  $V_{LASER}$ ,  $I_{LASER}$  et  $I_{PHOTO}$ . Cliquer sur **Test lecture** et vérifier que les valeurs affichées correspondent au ES760 puis cliquer sur Validation des paramètres.

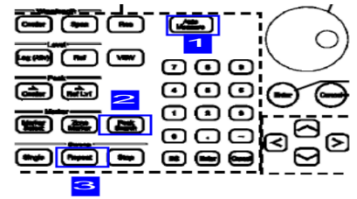
| ES-760 |   |   |              |
|--------|---|---|--------------|
| N°     | Caractéristiques  | Correspondance  | Rq           |
| 1      | $V_{LASER}$   | 1 V $\rightarrow$ 1 V   |              |
| 2      | Reflét $I_{LASER}$  | 100 mA $\rightarrow$ 1 V  |              |
| 3      | Reflét $I_{PELTIER}$  | 500 ma $\rightarrow$ 0,5 V  |              |
| 4      | Reflét $I_{PHOTODIODE}$<br>[OFF] & [GAIN<br>PHOT] mini<br>[ON] & [GAIN<br>PHOT] mini<br>[OFF] & [GAIN<br>PHOT] maxi | 1 mA $\rightarrow$ 1 V<br>2 mA $\rightarrow$ 0,2 V<br>100 $\mu\text{A}$ $\rightarrow$ 1 V | Pos.<br>cal. |

cadre 8 : Sorties analogiques.

- Sélectionner la rubrique **Mesures/demarrer** puis choisir « Delta t régulier ».
  - Donner la durée totale (2 minutes) et un intervalle entre chaque mesure de 5s.
  - A  $t = 0$  s, couper l'alimentation du module Peltier (**Positionner** l'interrupteur qui commande le Peltier sur **OFF**) **simultanément** cliquer sur **Acquérir**. La diode laser ne sera plus régulée en température et va donc s'échauffer.
  - Cliquer sur **ENREGISTRER** pour enregistrer vos mesures. Nom du fichier : *ban\_las1* « votre nom de binôme ».ban
  - Cliquer sur **SORTIR** pour finir la série de mesures.
  - Tracer le graphe  $P = f(t)$  puis  $I = f(t)$  en cliquant sur **Sélection du graphe/ $P=f(t)$  et  $I=I=f(t)$**  puis choisir  $P=f(t)$  ou  $I=f(t)$
  - Faire une sortie imprimante
- **Remettre le module Peltier en route (repositionner** l'interrupteur qui commande le Peltier sur ON)

On va maintenant se servir de l'analyseur de spectre optique pour répondre aux différentes questions :

- Sélectionner sur l'analyseur les options suivantes
- **Automesure, Peak search** puis **Repeat**.
- **Pour 0°C en mode non asservi relever alors pour  $I_{\text{laser}}$  de 40mA** la longueur d'onde  $\lambda$  et la **puissance** optique de sortie de la diode laser.
- **Refaire** la même chose pour  **$I_{\text{laser}}=20\text{mA}$**
- Couper à nouveau le Peltier et observer l'évolution à l'analyseur de spectre optique, que remarquez-vous ?
- **Remettre le module Peltier en route (repositionner** l'interrupteur qui commande le Peltier sur ON)
- Mettre les potentiomètres à zéro
- Qu'en concluez-vous sur la puissance émise, l'intensité, la température, la longueur d'onde de la diode laser lorsque le Peltier est coupé en mode non asservi.



Montrer les acquisitions à un professeur.

#### 4.4.1.2. En mode asservi en puissance

- Vérifier que l'interrupteur qui commande le Peltier **est positionné sur ON**
- Mettre les potentiomètres à zéro et sélectionner le mode asservi.
- **Fixer une température de 0°C.**
- Ajuster l'intensité de la diode laser à 35mA
- Attendre que la température de la diode soit **stabilisée à 0°C.**(appuyer sur le bouton  $I_{\text{peltier}}$  de l'ES\_760 attendre que l'affichage se stabilise)
- Sélectionner la rubrique **Mesures/demarrer** puis choisir « Delta t régulier ».
- Donner la durée totale (2 minutes) et un intervalle entre chaque mesure de 5s.
- A  $t = 0$  s, couper l'alimentation du module Peltier (**Positionner** l'interrupteur qui commande le Peltier sur **OFF**) **simultanément** cliquer sur **Acquérir**. La diode laser ne sera plus régulée en température et va donc s'échauffer.
- Cliquer sur **ENREGISTRER** pour enregistrer vos mesures. Nom du fichier : *ban\_las2* « votre nom de binôme ».ban
- Cliquer sur **SORTIR** pour finir la série de mesures.
- Tracer le graphe  $I_{\text{LASER}} = f(t)$  en cliquant sur **Sélection du graphe/ $P=f(t)$  et  $I=I=f(t)$**  puis choisir  $I_{\text{LASER}} = f(t)$ .
- Faire une sortie imprimante
- Qu'a fait cette fois-ci le courant dans la diode laser pendant que le module Peltier était coupé ?
- Si l'alimentation en courant dans la diode laser n'était pas protégée et limitée à 45mA, que se passerait-il alors si on laissait le module Peltier coupé ?
- **Remettre le module Peltier en route (repositionner** l'interrupteur qui commande le Peltier sur ON)

On va maintenant se servir de l'analyseur de spectre optique pour répondre aux différentes questions :

- Sélectionner sur l'analyseur les options suivantes
- **Automesure, Peak search** puis **Repeat**.
- **Pour 0°C en mode asservi relever alors pour  $I_{\text{laser}}$  de 35mA** la longueur d'onde  $\lambda$  de la diode laser.

- **Que se passe-t-il** au niveau de la longueur d'onde si vous coupez le Peltier ?
- **Remettre le module Peltier en route (repositionner** l'interrupteur qui commande le Peltier sur ON) ;
- Mettre les potentiomètres à zéro

Montrer les acquisitions à un professeur.

#### 4.4.2. Module Peltier en fonctionnement

##### 4.4.2.1. Module Peltier en fonctionnement et mode asservi

- Vérifier que l'interrupteur qui commande le Peltier **est positionné sur ON**
- Mettre les potentiomètres à zéro et sélectionner le mode asservi.
- **Sélectionner une température de 10°C.**
- Régler le courant  $I_{LASER}$  à la valeur **40mA** en tournant le potentiomètre [GROS] sur l'*ES760*.
- Attendre que la température soit stabilisée à 10°C ( $I_{PELTIER}$  constant).
- Ouvrir le logiciel *Banlas\_LV*.
- Sélectionner la rubrique [Mesures/demarrer](#) puis choisir « Bouton Acquérir »
- Faire varier le courant  $I_{LASER}$  entre 40mA et 0mA 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  $V_{LASER}$  et P via le module USB 6009 en cliquant sur [Acquérir](#).

Remarque :

A chaque clic sur le bouton [Acquérir](#), le logiciel fait l'acquisition d'une mesure.

- Cliquer sur [SORTIR](#) pour finir la série de mesures.
- **Faire l'acquisition d'une deuxième série pour  $t = 0^{\circ}C$ .**
- Cliquer sur [ENREGISTRER](#) pour enregistrer vos mesures. Nom du fichier : *ban\_las3*« votre nom de binôme ».ban
- Tracer les courbes  $P = f(I_{LASER})$  pour les températures 10°C et 0°C sur le même graphe en cliquant sur Sélection du graphe/ $P=f(I_{laser})$  ; $P=f(V_{laser})$  puis choisir  $P=f(I_{laser})$ .
- **Cliquer Régressions, et tracer deux droites des moindres carrés passant par les parties linéaires des graphes.**
- Faire une sortie imprimante

Montrer les acquisitions à un professeur.

##### 4.4.2.2. Module Peltier en fonctionnement et mode non asservi en puissance

- Vérifier que l'interrupteur qui commande le Peltier **est positionné sur ON**
- Mettre les potentiomètres à zéro et sélectionner le mode non asservi.
- Fixer une température de 0°C.
- Fixer le courant  $I_{LASER}$  à 40mA.
- Attendre que la température de la diode soit stabilisée.
- Sélectionner la rubrique [Mesures/demarrer](#) puis choisir « Delta t régulier ».
- Donner la durée totale (2 minutes) et un intervalle entre chaque mesure de 5s.
- Cliquer sur [ENREGISTRER](#) pour enregistrer vos mesures. Nom du fichier : *ban\_las4*« votre nom de binôme ».ban
- Cliquer sur [SORTIR](#) pour finir la série de mesures.
- Tracer le graphe  $P = f(t)$  en cliquant sur [Sélection du graphe/ \$P=f\(t\)\$  et  \$I\_{laser}=f\(t\)\$](#)  puis choisir  $P=f(t)$ .
- Faire une sortie imprimante
- Que concluez sur la température, puissance,  $I_{laser}$  dans ce cas

Montrer les acquisitions à un professeur.

**Remettre en place le capuchon sur la sortie optique de la diode laser.**

## 5. Analyse des performances du système

### 5.1. Synthèse des différents modes de fonctionnement

- Compléter le tableau suivant et entourer les flèches qui conviennent :

Légende :

