

# NOTE TECHNIQUE

## MESURE DE L'ÉNERGIE D'IMPULSION D'UN LASER AVEC UN DÉTECTEUR PYROÉLECTRIQUE / LES BASES !



MESUREUR D'ÉNERGIE MAESTRO ET  
DÉTECTEUR PYROÉLECTRIQUE QE50

Si vous êtes concerné par les lasers pulsés – qu'il s'agisse de recherche, de développement produit, d'essais finaux, de contrôle de processus, d'interventions sur le terrain ou de sécurité des lasers –, il est important que vous puissiez mesurer précisément l'énergie de votre ou de vos lasers. Je voudrais à cette fin partager les connaissances techniques que j'ai accumulées après 40 années de travail dans le domaine de la mesure laser. Dans cette note technique, vous découvrirez les paramètres que vous devez prendre en compte lors de la sélection et de l'utilisation d'un détecteur pyroélectrique et les étapes essentielles pour bien mesurer l'énergie.

*Don Dooley, directeur général, Gentec-EO USA, Inc.*

### 1. CHOISIR UN DÉTECTEUR PYROÉLECTRIQUE QUI CORRESPOND À VOTRE LASER

#### ÉNERGIE DU LASER / GAMME D'ÉNERGIE DU DÉTECTEUR

La première chose à prendre en compte est la gamme d'énergie que vous voulez mesurer. Pour couvrir la plage basse de votre gamme, vous devez vous assurer que le détecteur que vous choisissez a une NEE (énergie équivalente au bruit) 20 ou 30 fois inférieure à l'énergie minimale que vous voulez mesurer. Par exemple, si vous voulez mesurer 100  $\mu\text{J}$ , vous devez choisir un détecteur ayant une NEE de 5  $\mu\text{J}$  ou moins. Cela correspond à un rapport signal-bruit (SNR) de 20:1. Dans la plage haute de votre gamme, vous devez examiner deux paramètres: l'énergie maximale spécifiée et la densité d'énergie maximale pour la longueur d'onde et la largeur d'impulsion avec lesquelles vous travaillez. La densité d'énergie sera abordée plus en détail ultérieurement dans ce document.

#### DIAMÈTRE DU FAISCEAU LASER / DIAMÈTRE DU DÉTECTEUR

En général, vous devez sélectionner un détecteur dont la zone active est environ le double de celle de votre laser. Cela permet de

garantir que tout le rayonnement laser est absorbé par le détecteur. Cela facilite aussi l'alignement correct du faisceau laser. Vous devez également toujours centrer le faisceau laser sur le capteur. Comme cette méthode correspond à la façon dont le faisceau laser et le capteur sont alignés pendant l'étalonnage, elle vous donne les mesures les plus précises et les plus répétables.

#### LARGEUR D'IMPULSION ET TAUX DE RÉPÉTITION

Avant de sélectionner un détecteur pour vos mesures d'énergie d'impulsion, vous devez être certain que la largeur d'impulsion de votre laser est plus faible que la largeur d'impulsion maximale du détecteur. Ceci permet de garantir que la tension de sortie est linéaire et directement proportionnelle à l'énergie d'impulsion du laser. Assurez-vous également que le taux de répétition du laser est inférieur ou égal au taux de répétition maximal spécifié pour le laser.

# NOTE TECHNIQUE

## DENSITÉ D'ÉNERGIE MAXIMALE

La densité d'énergie maximale définit le point au-dessus duquel le matériau absorbant du détecteur peut être endommagé. Nos caractéristiques de densité d'énergie maximale varient en fonction du type de matériau absorbant : elle peut être aussi faible que 50 mJ/cm<sup>2</sup> pour notre absorbant BL ou aussi élevée que 600 mJ/cm<sup>2</sup> pour notre absorbant MB (ces valeurs sont valables pour des impulsions de 7 ns à 1 064 nm). Soyez conscient toutefois que la densité d'énergie maximale baisse lorsque la largeur d'impulsion diminue.



**AVERTISSEMENT :** N'utilisez jamais le détecteur au point focal d'un système optique. Placez toujours le détecteur devant ou derrière le point focal, là où la densité d'énergie est plus faible. Nous vous recommandons fortement d'utiliser la « cible test » que nous fournissons avec chaque détecteur QE pour vous assurer que vous ne dépassez pas le seuil de dommage du matériau absorbant.

La longueur d'onde du laser peut aussi affecter la densité d'énergie maximale. Typiquement, plus la longueur d'onde est courte, plus le seuil de dommage est bas. Voici un exemple pour notre absorbant MB : La densité d'énergie maximale est de 0,6 J/cm<sup>2</sup> à 1 064 nm et de 0,5 J/cm<sup>2</sup> à 266 nm.

Si la densité d'énergie maximale pose un problème pour vos mesures, vous devrez envisager un atténuateur QED. Cet accessoire diffuse le faisceau et augmente la densité d'énergie maximale de votre détecteur.

## PUISSANCE MOYENNE MAXIMALE

Pourquoi la puissance moyenne est-elle si importante pour la sélection d'un détecteur d'énergie? Il est indispensable de conserver la puissance moyenne en dessous de la puissance moyenne maximale du détecteur pour ne pas affecter la précision des mesures.

Les détecteurs pyroélectriques ont un « coefficient de température » de 0,2 %/°C. Les variations de température affectent la sensibilité en tension d'un détecteur pendant son utilisation. Par exemple, une augmentation de température de 10 °C provoquée par une puissance moyenne élevée entraînerait une

modification de +2 % de la sensibilité. En restant sous la valeur spécifiée pour la puissance moyenne maximale, vous êtes certain que vos mesures restent comprises dans nos spécifications d'incertitude.

## UTILISATION D'UNE ÉNERGIE PYROÉLECTRIQUE AVEC UN OSCILLOSCOPE

Si vous utilisez un détecteur QE avec notre adaptateur DB-15 vers BNC connecté à un oscilloscope, vous devez prendre en compte les points suivants :

- Assurez-vous que l'oscilloscope est réglé pour une entrée de 1 M $\Omega$  (et non pas 50  $\Omega$ )
- Réglez la base de temps sur environ 1 ms (ajustez au besoin)
- Réglez l'échelle de tension sur la division 100 mV (et ajustez si nécessaire)
- Lorsque vous exposez le détecteur au laser pulsé, vous obtenez une tension de sortie intégrée qui augmente depuis la ligne de base jusqu'à une crête en environ 500  $\mu$ s ou moins; vous devez mesurer la tension depuis la ligne de base jusqu'à la crête (fig. 1)
- Pour déterminer l'énergie d'impulsion, vous devez diviser la tension mesurée par la sensibilité en tension (V/J) du détecteur
- Vous aurez ensuite à appliquer un facteur de correction de longueur d'onde basé sur les courbes d'absorption spectrale ou les données fournies avec le détecteur

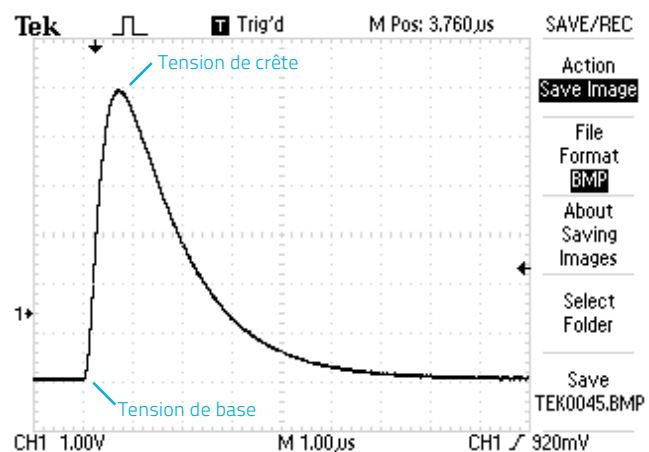


Fig. 1 Tension de sortie type pour un détecteur pyroélectrique

# NOTE TECHNIQUE

## 2. ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE LORS DU RÉGLAGE DE VOTRE DÉTECTEUR

### RÉPONSE MICROPHONIQUE DU DÉTECTEUR

Tous les détecteurs pyroélectriques fournissent une réponse piézoélectrique face à différentes sources. Pour monter un détecteur sur votre banc optique, nous vous recommandons d'utiliser le support en Delrin que nous fournissons avec chaque détecteur. Cela permet de l'isoler des vibrations mécaniques éventuellement présentes dans votre laboratoire et évite la possibilité de création d'une boucle de masse. Les vibrations peuvent être provoquées par une pompe, une alimentation électrique, un ventilateur, un hacheur optique ou même un camion circule près de votre établissement. La réponse piézoélectrique, quelquefois appelée bruit microphonique, se manifeste comme une tension de fréquence aléatoire qui se superpose à la tension de sortie intégrée du détecteur. Essayez d'isoler autant que possible le détecteur de toutes les sources de vibration.

### RÉPONSE ACOUSTIQUE DU DÉTECTEUR

Une autre source de réponse piézoélectrique peut être liée à des émissions acoustiques dans votre laboratoire, comme le son

d'un haut-parleur, le grondement d'une pompe ou un claquement de mains. Plus le niveau d'énergie que vous essayez de mesurer sera faible, plus le bruit acoustique sera important.

### OBSERVATIONS SUR LA TEMPÉRATURE

Comme précisé auparavant, les détecteurs pyroélectriques, à l'image de tous les détecteurs optiques et thermiques, ont un coefficient de température. Après avoir mis en place le détecteur en face de votre laser, il est donc très important de le laisser retrouver son équilibre thermique pendant quelques instants (5 à 10 minutes). Vous pouvez ensuite exécuter vos mesures d'énergie d'impulsion.

### OBSERVATIONS DE NATURE OPTIQUE

Si vous utilisez votre détecteur avec un séparateur de faisceau, qu'il soit plan ou biseauté, souvenez-vous qu'il existe deux surfaces de réflexion, une à l'avant et une à l'arrière. Pour une mesure précise, assurez-vous que le détecteur ne voit que la surface de réflexion avant. Cela sera un peu plus compliqué pour un faisceau laser émettant dans le proche infrarouge ou l'infrarouge lointain.

## EXAMINONS À PRÉSENT LES ÉTAPES POUR LA MESURE DE L'ÉNERGIE

1. Votre laser étant HORS TENSION (ou le faisceau bloqué), réglez et alignez visuellement votre détecteur selon l'axe optique de votre source
2. Connectez votre détecteur sur le mesureur d'énergie (comme notre MAESTRO ou notre M-LINK)
3. Mettez sous tension (ou débloquez) votre laser
4. Servez-vous de la cible test pour vérifier que la densité d'énergie est bien en dessous du seuil de dommage
5. En vous servant d'un dispositif d'aide à l'alignement (comme une carte IR) et le laser étant réglé à un niveau d'énergie sécuritaire, faites pénétrer avec précaution le détecteur dans le faisceau du laser
6. Réglez le mesureur sur la gamme d'énergie correcte (ou passez sur AUTO RANGE)
7. Assurez-vous que le niveau de déclenchement est suffisamment bas pour détecter les impulsions, mais assez haut pour ne pas réagir au bruit. Par défaut, le niveau de déclenchement dans nos mesureurs est de 2,0 %. Pour une mesure dans la plage inférieure du détecteur, nous vous recommandons d'utiliser la fonction de « déclenchement externe »
8. Sélectionnez la longueur d'onde de votre laser dans votre logiciel PC-Gentec. L'absorbance de chaque détecteur a été mesurée précisément et est stockée dans l'EEPROM du détecteur
9. Laissez quelques instants au détecteur pour retrouver son équilibre thermique (5 à 10 minutes)
10. Vous êtes maintenant prêt à effectuer des mesures d'énergie d'impulsion précises avec votre détecteur QE

Nous espérons que ces informations techniques et instructions de réglage vous auront été utiles! Si vous avez des questions, merci de contacter votre représentant Gentec-EO local. Don Dooley (503) 697-1870 ou [ddooley@gentec-eo.com](mailto:ddooley@gentec-eo.com)