

Caractérisation électrique et optique des diodes électroluminescentes

T. Tibermacine, H. Tabbi, Z. Oghi, H. Hasni, M. Ledra et N. Ouhabab

Laboratoire des Matériaux Semi Conducteurs et Métalliques
Université Mohammed Khider, B.P. 145 RP, Biskra, Algérie

(reçu le 15 Février 2015 – accepté le 29 Septembre 2015)

Résumé - L'objectif de notre travail expérimental est d'extraire les caractéristiques électriques et optiques de deux diodes électroluminescentes à longueurs d'ondes différentes à savoir 565 nm et 612 nm. Pour cette raison, nous avons développé un programme sous l'environnement LabView qui nous a permis de déterminer ces caractéristiques. Nous avons mesuré d'une manière automatisée, le courant-tension, la puissance optique-courant et la réponse spectrale de nos diodes électroluminescentes. Nos résultats montrent que les caractéristiques mesurées ont presque les mêmes allures données par le constructeur.

Abstract - The goal of our paper is to extract the electrical and optical characteristics of two light-emitting diodes with different wavelengths (565 nm and 612 nm). For this reason, we have developed a LabView program to determine these characteristics. We have measured automatically, the current-voltage, the optical power-current and the spectral response characteristics of our light-emitting diodes. Our results show that, the measured characteristics are almost the same given by the manufacturer.

Keywords: Light-Emitting Diode - Current-voltage - Optical power-current - spectral response - LabView.

1. INTRODUCTION

La première émission de lumière par un semi-conducteur date de 1907 et fut découverte par H.J. Round. Quelques années après, en 1927, O.V. Losev dépose le premier brevet de ce qui sera appelé, bien plus tard, une diode électroluminescente (LED) [1]. Une LED est une diode à jonction PN qui émet un rayonnement, lorsqu'elle est polarisée en sens direct. Le rayonnement provient de l'émission d'un photon lors de la recombinaison électron/trou [2-4].

Dans le cas général, une LED doit être connectée à une source de tension par l'intermédiaire d'une résistance de limitation de courant [5-7]. Aujourd'hui, La diode électroluminescente est un dispositif électronique qui se retrouve dans de nombreuses applications majeures: éclairage, écrans de téléviseurs et d'ordinateurs [8, 9].

L'objectif principal de ce travail est de développer un programme sous l'environnement LabView [10, 11] permettant de mesurer, d'une manière automatisée, les caractéristiques électriques et optiques de différentes diodes électroluminescentes. En effet, différentes caractéristiques de différentes diodes à différentes longueurs d'onde d'émission seront étudiées, notamment la caractéristique courant-tension ($I-V$), la caractéristique puissance-courant ($P-I$) et la réponse spectrale.

Les résultats expérimentaux obtenus sont effectués au sein du Laboratoire des Matériaux Semi Conducteurs et Métalliques (LMSM) de l'Université de Biskra. Enfin nous terminerons notre travail par une conclusion générale sur les résultats obtenus.

2. ETUDE EXPERIMENTALE

Notre objectif principal est de mesurer automatiquement les caractéristiques optiques et électriques des diodes électroluminescentes. Pour cette raison, on a choisi deux diodes électroluminescentes avec longueur d'onde de 565 nm et 612 nm.

2.1. Caractéristiques courant-tension et puissance optique-courant

2.1.1 Montage expérimental

Les LEDs sont alimentées par une source-mètre Keithley 2400 par une tension variable à travers une résistance pour limiter le courant. On mesure ensuite à l'aide de Keithley 2400 le courant correspondant pour chaque tension. En même temps, on détermine la puissance optique pour chaque tension, en utilisant une photodiode BPX65 qu'on connaît la relation mathématique entre la puissance optique incidente et le photocourant de la photodiode. Le montage expérimental qu'on a utilisé est représenté sur la figure ci-dessous

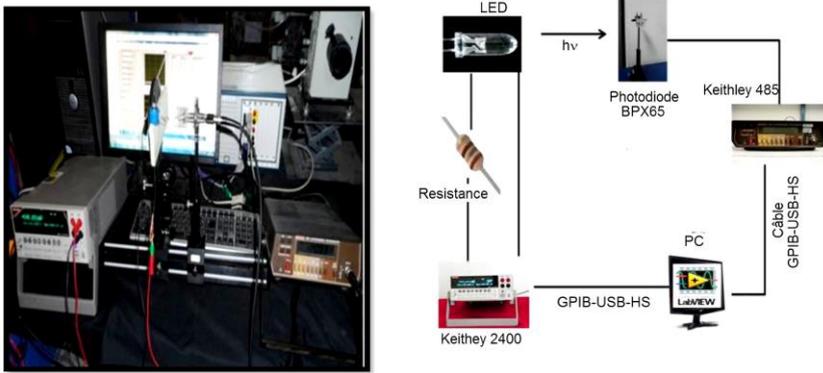


Fig. 1: Banc de mesure des caractéristiques I–V et P–I

2.1.2 Programme LabView

La figure suivante illustre la face avant et le bloc diagramme de notre code LabView utilisé pour commander les différents instruments et d'acquérir les caractéristiques I–V et P–I de nos diodes électroluminescentes.

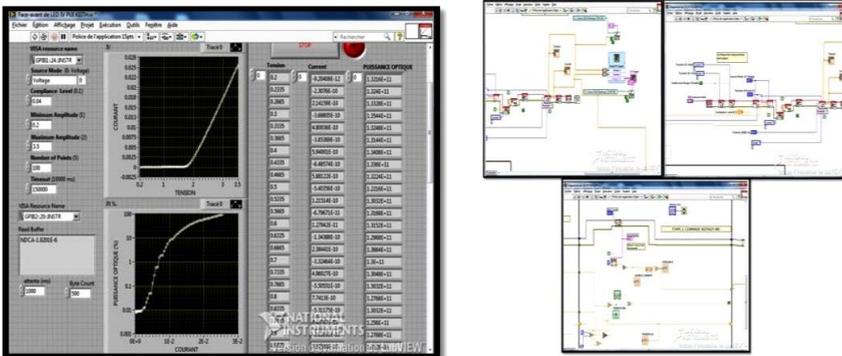


Fig. 2: Face avant et bloc diagramme de notre code LabView utilisé pour mesurer les caractéristiques I–V et P–I de nos diodes électroluminescentes.

2.2. Réponse spectrale

2.2.1 Montage expérimental

On alimente les LEDs avec une tension correspondant au courant maximum que peut supporter chaque LED. La LED émet donc de la lumière monochromatique qu'on focalise à la fente d'entrée du monochromateur. Ce dernier est utilisé pour varier la longueur d'onde dans une gamme bien choisie. A la sortie du monochromateur, se

trouve une photodiode de type Oriel qui sera donc excitée par différentes longueurs d'onde. On mesure alors le photocourant correspondant à l'aide du pico-ampèremètre Keithley 485. En traçant ensuite le photo courant obtenu en fonction de λ , on obtient la réponse spectrale de chaque LED. Le montage expérimental qu'on a utilisé est représenté sur la figure ci-après.

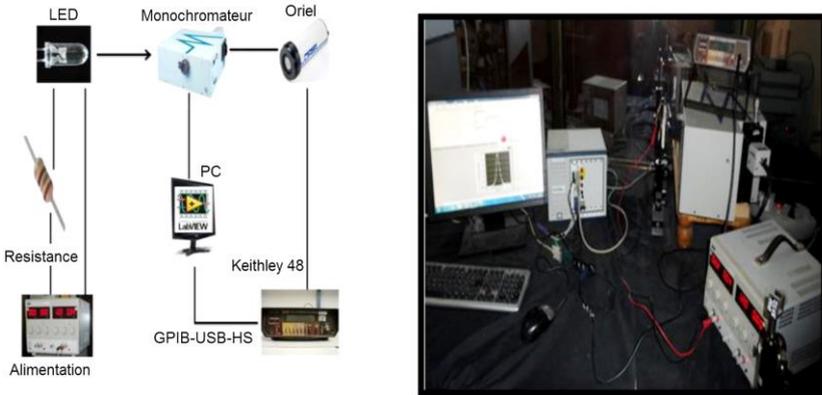


Fig. 3: Banc de mesure de la réponse spectrale au sein du laboratoire

2.2.2 Programme LabView

La figure suivante illustre la face avant et le bloc diagramme de notre code LabView utilisé pour commander les différents instruments et d'acquérir la réponse spectrale de nos diodes électroluminescentes.

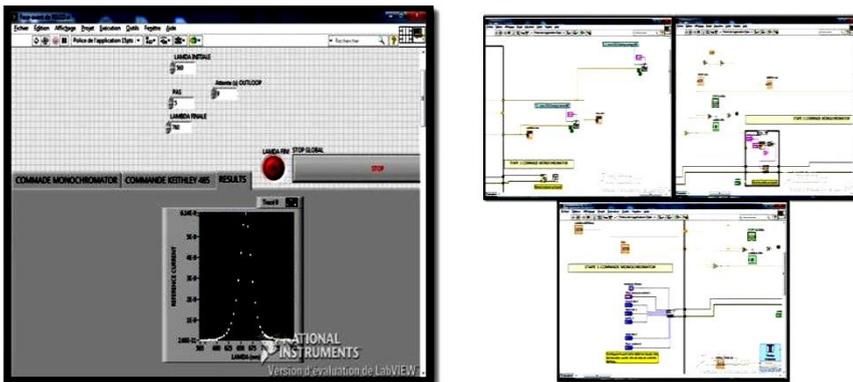


Fig. 4: Face avant et bloc diagramme de notre code LabView utilisé pour mesurer la réponse spectrale de nos diodes électroluminescentes

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Dans cette partie, nous présentons les résultats expérimentaux obtenus durant ce travail concernant la caractérisation électrique et optique de deux diodes électroluminescentes de différentes longueurs d'onde. Il s'agit des caractéristiques courant-tension, puissance optique-courant et réponse spectrale.

3.1 Caractéristique courant-tension

A l'aide de notre programme, nous avons obtenu les caractéristiques I-V représentées respectivement sur les figures ci-après:

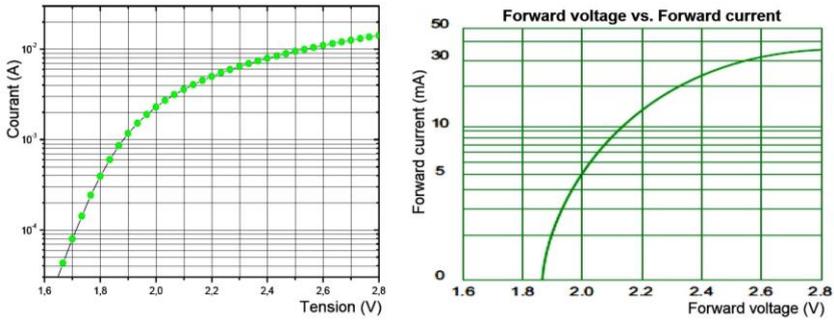


Fig. 5: Caractéristique I–V de la diode électroluminescente 565 nm à gauche mesurée et à droite donnée par le constructeur [12]

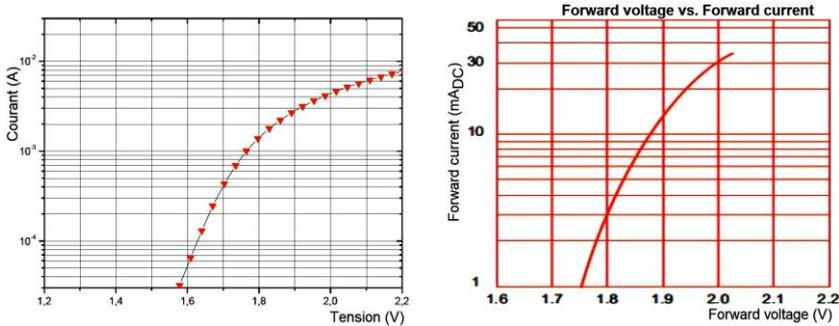


Fig. 6: Caractéristique I–V de la diode électroluminescente 612 nm à gauche mesurée et à droite donnée par le constructeur [12]

On remarque que les courbes I–V obtenues ont les mêmes caractéristiques données par le constructeur [12]. D’après la caractéristique I–V obtenue de chaque LED, on peut déterminer la valeur de la tension de seuil de chacune des LEDs. Les valeurs sont données au **Tableau** suivant.

LED	565 nm	612 nm
Tension de seuil	1.75 V	1.68 V

3.2 Caractéristique puissance optique-courant

A l’aide de notre programme, nous avons obtenu les caractéristiques P–I représentées respectivement sur les figures ci-dessous.

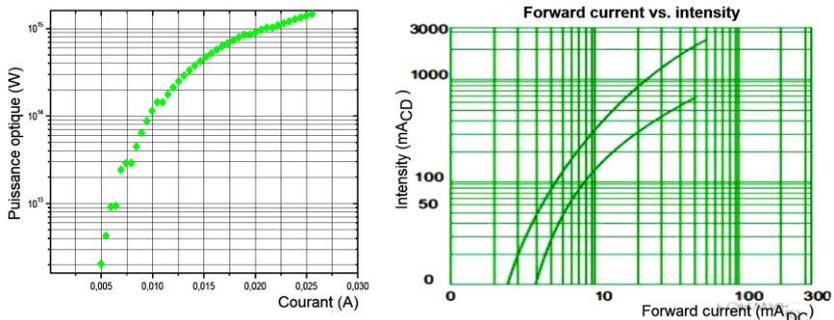


Fig. 7: Caractéristique P–I de la diode électroluminescente 565 nm à gauche mesurée et à droite donnée par le constructeur [12]

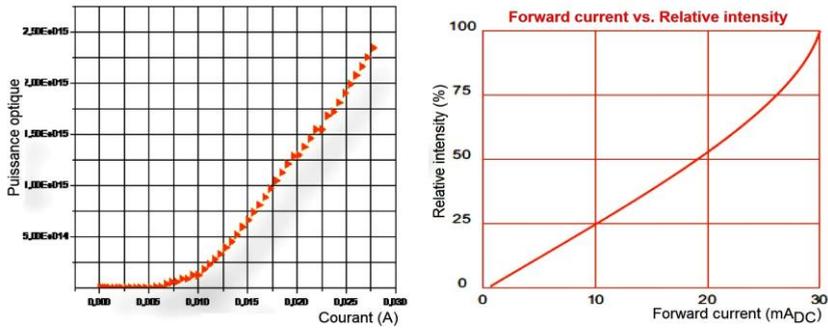


Fig. 8: Caractéristique P–I de la diode électroluminescente 612 nm à gauche mesurée et à droite donnée par le constructeur [12]

On remarque que les courbes P–I obtenues ont les mêmes caractéristiques données par le constructeur [12].

3.3 Réponse spectrale

A l'aide de notre programme, nous avons obtenus la réponse spectrale de nos LEDs. Les résultats sont représentés sur les figures ci-dessous.

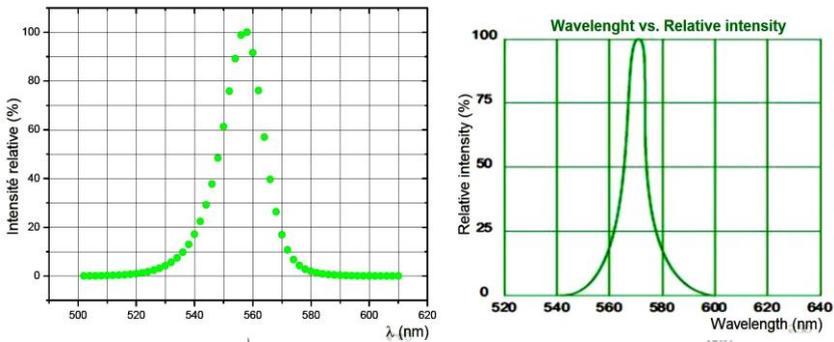


Fig. 9: Réponse spectrale de LED 565 nm à gauche mesurée et à droite donnée par le constructeur [12]

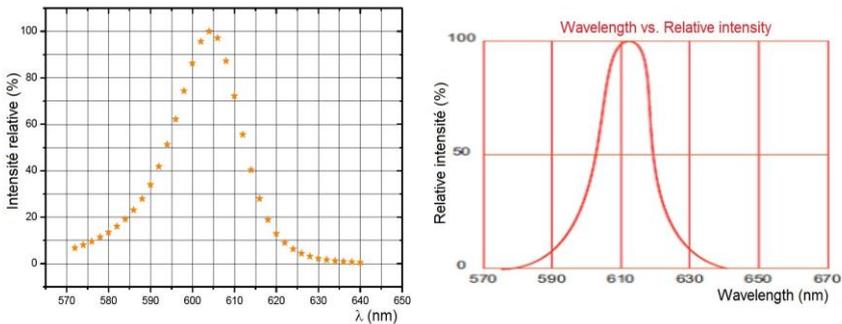


Fig. 10: Réponse spectrale de LED 612 nm à gauche mesurée et à droite donnée par le constructeur [12]

On remarque que les courbes de la réponse spectrale obtenues ont presque les mêmes allures données par le constructeur [12]. D'un autre coté, en exploitant les courbes précédentes, on peut connaître la longueur d'onde d'émission de chacune des LEDs. Les valeurs sont données au **Tableau** suivant:

LED	565 nm	612 nm
Longueur d'onde correspond à l'intensité maximale	559 nm	605 nm

4. CONCLUSION

Au cours de ce présent travail, nous avons développé deux programmes afin de mesurer les caractéristiques courant-tension ($I-V$), puissance optique-courant ($P-I$) et la réponse spectrale de différentes diodes électroluminescentes en utilisant l'environnement LabView. Le travail expérimental a été effectué au niveau de laboratoire des matériaux semi-conducteurs et métalliques LMSM de l'université de Biskra. Les mesures ont été menées sur deux LEDs de différentes longueurs d'onde (565 nm et 612 nm).

Nous avons mesuré premièrement les caractéristiques $I-V$ et $P-I$ où les courbes obtenus pour les différentes LEDs ont les mêmes allures données par le constructeur. Nous avons aussi pu déterminer la tension de seuil de chacune des LEDs.

Deuxièmement, nous avons mesuré la réponse spectrale de chaque LED où les allures obtenues pour les différentes diodes sont les mêmes, données par le constructeur. Nous avons aussi pu déterminer la longueur d'onde d'émission de chacune des LEDs.

REFERENCES

- [1] N. Poussset, '*Caractérisation du Rendu des Couleurs des Diodes Electroluminescentes*', Conservatoire National des Arts et Métiers, Thèse de Doctorat, Paris, France, 2009.
- [2] S.M. Sze, '*Semiconductor Devices, Physics and Technology*', 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., NY, USA, 2002.
- [3] F. Lévy, '*Physique et Technologie des Semi Conducteurs*', Presses Polytechnique et universitaire Romandes, Paris, France, 1994.
- [4] H. Mathieu, '*Physique des Semi Conducteurs et des Composants Electroniques*', 6^{ème} Edition, Dunod, Paris, France, 2009.
- [5] A. Saidane, '*Physique des Semi-Conducteurs*', Tome 2, OPU, Alger, 1993.
- [6] J. Redoutey, '*Introduction aux Dispositifs Optoélectroniques Utilisés en Electronique de Puissance*', Centrale Marseille.
- [7] S.O. Kasap, '*Optoelectronics and Photonics, Principles and Practices*', Prentice-Hall International, NJ, USA, 2001.
- [8] M. Haelterman, '*Physique des Semi Conducteurs II, Applications Spéciales*', Université libre de Bruxelles, 1998.
- [9] J. Kovac, L. Peternai and O. Lengyel, '*Advanced Light Emitting Diodes Structures for Optoelectronic Applications*', Thin Solid Films, Vol. 433, N°1-2, pp. 22 – 26, 2003.
- [10] <http://www.ni.com>
- [11] A. Garg, R. Sharma and V. Dhingra, '*Development of an Automated Modern Undergraduate Optics Laboratory using LabView*', University of Delhi, India, 2009.
- [12] LEDtronics Incorporation, Standard Catalogue, www.ledtronics.com, 2006