
ANALYSE DE QUELQUES SPECTRES D'EMISSION CORRESPONDANT A DES ECHANTILLONS DE ZnO

Dans ce chapitre, nous présentons un spectre de photoluminescence d'un échantillon de ZnO obtenu par la méthode d'épithaxie sous jets moléculaires (MBE). Nous identifierons d'abord les domaines d'énergie des excitons libres, des excitons liés et des répliques phonons longitudinale optiques. Ces gammes d'énergie seront comparer à celle indiqué dans la littérature, afin d'extraire toute les informations qui permettent une bonne analyse de notre spectre.

III.1 Analyse d'un spectre de ZnO obtenue par croissance MBE

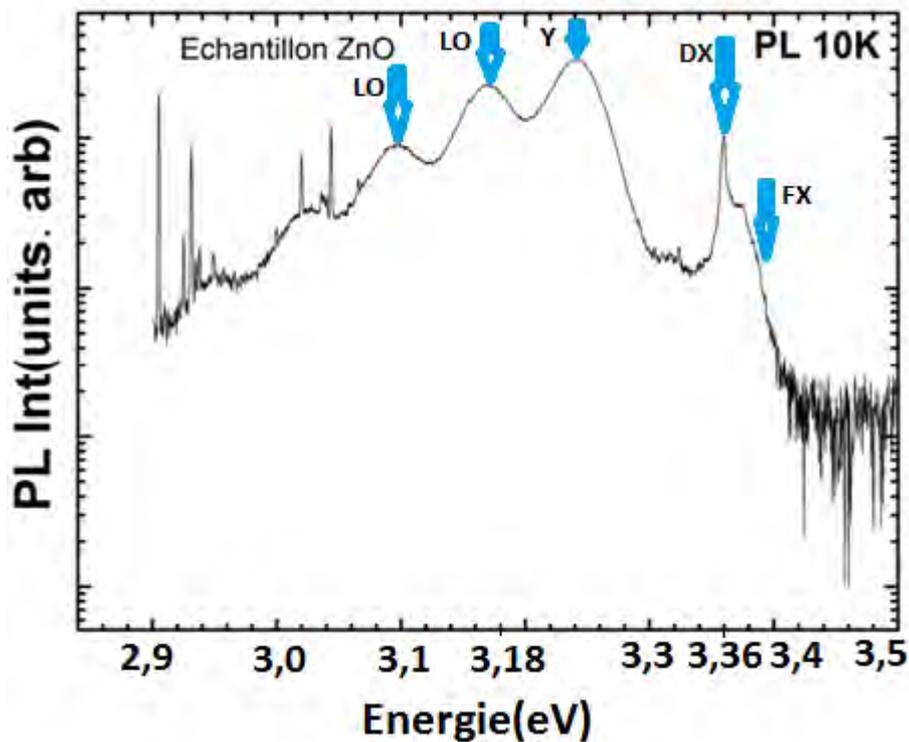


Figure III.1 Spectre de photoluminescence à 10K d'une couche de ZnO

L'étude expérimentale faite dans un échantillon de ZnO sur la variation de l'intensité de luminescence en fonction de l'énergie d'émission montre que : le spectre de photoluminescence présente des raies d'émissions comprises entre 2,9eV à 3,5eV correspondant essentiellement à des répliques phonons, des transitions excitonique libres ou liés. Par ailleurs nous pouvons diviser le spectre en trois gamme d'énergie.

D'abord de 2,9eV à 3,18eV, on observe des raies d'émissions fines qui peuvent correspondre à l'émission des répliques phonons longitudinale. Ces derniers sont des quasis particules

représentant un quantum d'énergie de vibration dans un cristal. Ce pendant, il existe deux types de phonons dans un solide : des phonons «acoustiques» et «optiques» ; ces différents types de phonons pouvant être longitudinaux ou transverses et sont facilement excités par les ondes lumineuses.

Ensuite de 3,18eV à 3,36eV, on observe deux raies d'émissions. L'une correspondant à un exciton lié à des défauts structuraux (Y) et l'autre correspondant à un exciton lié à un donneur (DX). Les recombinaisons des excitons liés sont dues à la présence des impuretés dans le matériau qui peuvent être des dopants, des défauts natifs ou des complexes qui forment des puits de potentiel sur lesquels les excitons libres viennent se piéger. Les sites sur lesquels sont liés les excitons peuvent être des accepteurs ou des donneurs (AX, DX) ionisés ou non. L'énergie de recombinaison relatives aux excitons liés est donnée par:

$$E_{IX} = E_g - \frac{E_B}{n^2} - E_{loc} \quad (III-1)$$

Avec E_{IX} : est l'énergie de l'exciton lié, E_g : le gap du matériau, E_B : l'énergie de liaison excitonique, n : le nombre quantique principal et E_{loc} : l'énergie de localisation de l'exciton sur le site .On parle aussi certaine fois d'énergie de dissociation car c'est l'énergie qu'il faut fournir pour arracher un exciton lié au site et en refaire un exciton libre. Typiquement, les raies relatives aux excitons liés sont fines et leur énergie est caractéristique au défaut sur lequel est lié l'exciton.

Enfin de 3,36eV à 3,5eV, on observe de nombreuses raies fines qui correspond à l'émission des transitions excitoniques libres. La recombinaison d'un exciton libre correspond à la recombinaison d'un exciton dans le matériau (appelé recombinaison intrinsèque du matériau). Le ZnO possède trois bandes de valence qu'on nomme habituellement: A (ou bande de trous lourds), B(ou bande de trou légers), C(ou l'éclatement des bandes dû au champ cristallin). Les transitions excitoniques libres relatives à ces bandes sont usuellement notées FX_A , FX_B et FX_C [13]. L'énergie de ces transitions correspondant aux énergies propres de l'exciton libre est donné par :

$$E_{FX} = E_g - \frac{E_B}{n^2} \quad (III-2)$$

Cette relation montre que sur le spectre de photoluminescence, les émissions provenant des excitons liés se trouvent à plus basse énergie que celles provenant des excitons libres.

Pour mieux statuer sur la position des excitons libres ou liés et des répliques phonons nous allons analyser un autre spectre de photoluminescence d'un échantillon de ZnO après recuit et ensuite faire une étude comparative avec le spectre de photoluminescence de l'échantillon de ZnO sans recuit enfin de tirer une conclusion.

III.2 Analyse d'un spectre de ZnO recuit

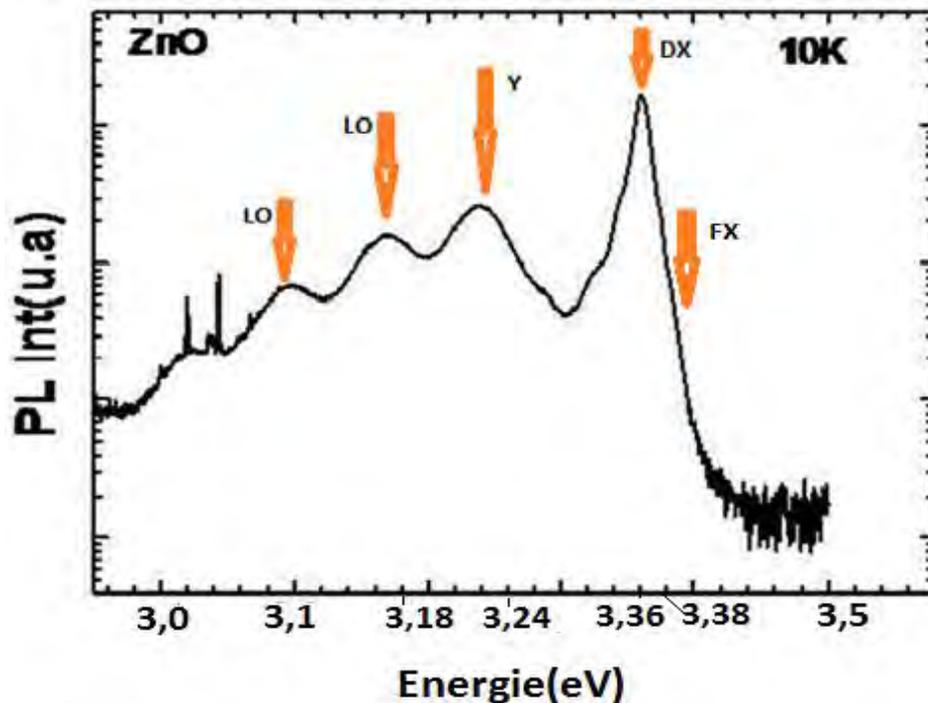


Figure III.2 Spectre de photoluminescence à 10K d'une couche de ZnO après recuit.

L'étude expérimentale faite sur un autre échantillon de ZnO après recuit sur la variation de l'intensité de luminescence en fonction de l'énergie d'émission montre que : le spectre de photoluminescence présente des raies d'émissions comprises entre 3,0eV à 3,5eV, correspondant à des répliques phonons et des transitions excitoniques, libres, liées. Par ailleurs, nous pouvons diviser le spectre en trois gammes d'énergie.

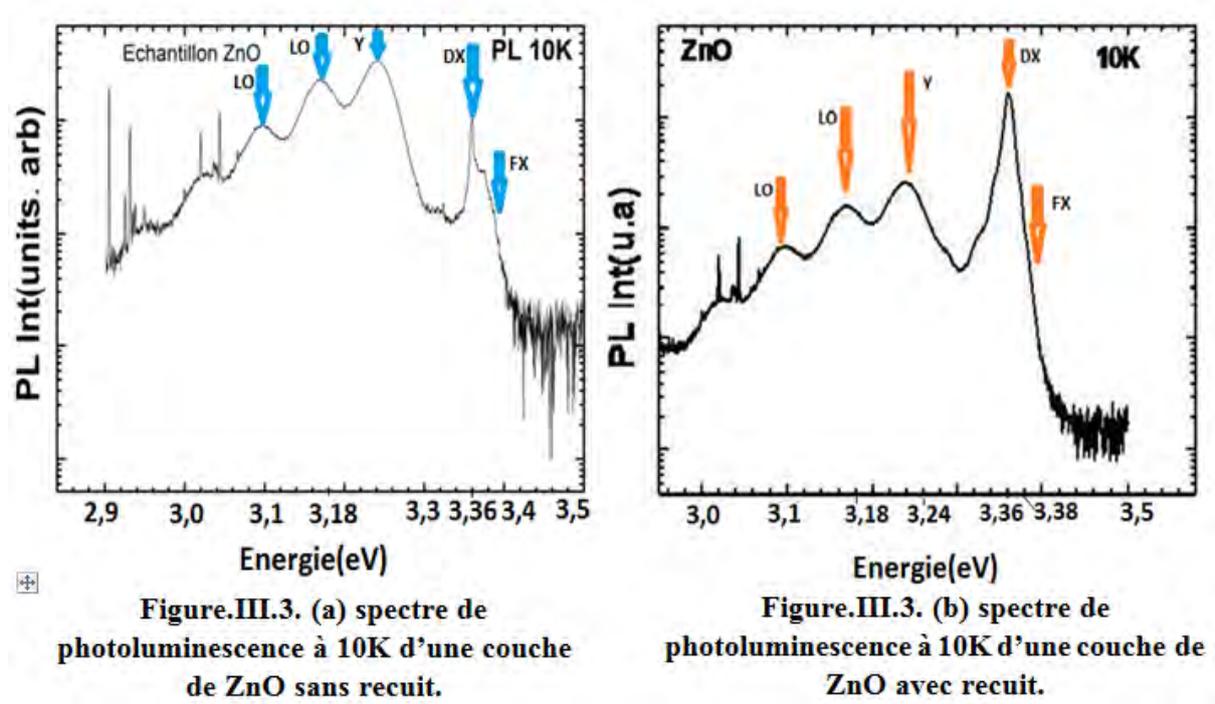
D'abord, aux basses énergies, de 3,0eV à 3,18eV, on observe aussi des pics fins qui peuvent correspondre à l'émission des répliques phonons longitudinale des transitions excitoniques. Cependant, le nombre de pics est moins important par rapport à ceux obtenus sur la figure III.1 .Cela peut être dû à la qualité de l'échantillon.

Ensuite de 3,18eV à 3,38eV, on observe deux raies d'émissions larges. La raie centrée en 3,24eV correspond à un exciton lié à des défauts structuraux(Y) et la raie centrée en 3,36eV correspondant à un exciton lié à un donneur(DX).

Enfin de 3,38eV à 3,5eV, on observe des raies d'émissions très fines correspondant à des transitions excitoniques libres.

Pour bien statuer sur la différence des deux échantillons de ZnO, nous allons faire une étude comparative des deux spectres de photoluminescence.

III.3 Comparaison des spectres de ZnO recuit et non recuit.



En comparant les spectres de la figure III.3. (a) et de la figure III.3. (b) nous constatons que ceux de la figure III.3. (b), c'est à dire le Spectre de photoluminescence à 10K d'une couche de ZnO après recuit, présentent des raies d'émissions plus visibles. Cela est dû au recuit qui diminue les impuretés du matériau et rend le spectre plus fin.

Conclusion générale

Dans ce travail de mémoire nous avons étudié les propriétés d'un semi-conducteur, les processus de luminescence et les mécanismes de recombinaison. En effet, une bonne compréhension des processus physique impliqués demeure indispensable pour une exploitation optimale des propriétés optiques et électriques des semi-conducteurs.

Parallèlement, une étude théorique sur les propriétés fondamentales du semi-conducteur ZnO a permis de comprendre l'influence de l'énergie du gap du matériau et de l'énergie de liaison excitonique dans les processus de luminescence des matériaux semi conducteurs à gap direct.

Par ailleurs, l'identification des pics d'émissions des excitons libres ou liés et des répliques phonons dans le spectre de photoluminescence d'un échantillon de ZnO avec et/ou sans recuit nous a renseignés sur la qualité du matériau.

En perspective on pourra faire une spectroscopie d'excitation et une réflectivité pour mieux asseoir l'assignation des pics d'émissions des excitons libres et des excitons liés. On pourra également faire plus de recuits pour étudier son influence sur les propriétés optoélectroniques des échantillons de ZnO.

Bibliographies et Wébographies

- [1] **LO B.** Spectroscopie de GaAs et influence des recuits thermiques sur les propriétés optoélectriques de puits quantiques $Ga_{1-x}In_xAs/GaAs$, thèse, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Mars 1998, 131 pages.
- [2] **HAFDALLAH A.** Les propriétés structurales, optiques et électriques des couches minces de ZnO: Al élaborées par spray ultrasonique, article, Université de Constantine 25000, Algérie, 09 Janvier 2011, article de 3 pages.
- [3] **TROUDI B.** Elaboration et caractérisation des nanocristaux du semi-conducteur à grand gap ZnO dispersés dans deux matrices : Le polymère polystyrène et la silice SiO_2 , master, université mentouri Constantine Algérie, 2006, 102 pages.
- [4] Les semi-conducteurs
[Ins.epfl.ch/files/content/sites/ins2/files/lectures/solid/./Chapitre_7.pdf](http://ins.epfl.ch/files/content/sites/ins2/files/lectures/solid/./Chapitre_7.pdf) (visité le 17/09/2012 à 21h51).
- [5] **AOUINA A.** Rôle du rayonnement dans l'élaboration et l'étude de nano agrégats semi conducteurs de ZnS; master, université mentouri Constantine Algérie, 84 pages.
- [6] **BENSOUICI A.** Etude des propriétés optiques linéaires des nanocristaux de ZnSe et CdTe dispersés dans la matrice cristalline de $KH_2 PO_4$, master, Université Mentouri - Constantine Algérie, 2004, 106 pages.
- [7] **Garnier J.** élaboration de couches minces d'oxydes transparents et conducteurs par spray CVD assistées par radiation infrarouge pour applications photovoltaïques, thèse, Laboratoire d'Arts & Métiers Paris Tech d'Angers le 2 décembre 2009, 200 pages.
- [8] www.banque-pdf.fr/fr_photoluminescence.html. (visité le 29/07/2011 à 21h17mn)
- [9] **KA O.** composés II-VI sérigraphies Préparation et caractérisation de CdS et CdTe, thèse université paris 6, le 16 Février 1988, 143 pages.
- [10] **SOFIANI Z.** Contributions à l'étude des propriétés optiques non linéaires de nanoparticules en couches minces à base de ZnO, thèse, Université d'Angers - Université d'Ibn Tofail (France), le 4 /Juin /2007, 140 pages.
- [11] **MENAKH S.** Contribution à l'étude des propriétés de films ZnO, master, université mentouri Constantine Algérie, 13 / 12 /2010, 111 pages.
- [12] **VINCENT J. F.** élaboration et caractérisation structurale des jonctions FE/MGO/FE, rapport de stage de DEA Université Henri Poincaré Nancy I, le 03 Juillet 2001, 64 pages.
- [13] **MAROTEL P.** Spectroscopie optique de l'oxyde de zinc, thèse université Grenoble France, le 10/06/2011, 150 pages.