

Introduction générale

Les études menées au cours de ces dernières années sur les applications des semiconducteurs manifestent une tendance générale à la miniaturisation. Les couches minces présentent, en ce sens, un intérêt particulier dans la résolution des problèmes de l'heure dans la mesure où elles permettent d'allier une économie de matière et d'encombrement à une grande souplesse d'emploi.

Des efforts importants ont été accomplis dans le domaine des couches minces d'oxydes semiconducteurs transparents, notamment à cause de leurs propriétés électriques et optiques particulières. Ces matériaux révèlent une grande importance, du point de vue technologique, leur champ d'applications étant très vaste ; on les retrouve dans des domaines diversifiés tels que l'électronique, l'optoélectronique, la conversion photothermique, la conversion photovoltaïque, etc.[1].

Parmi ces composés, le ZnO est récemment apparu en tant que concurrent sérieux pour des matériaux plus étudiés, tels que le SnO₂ (Pur ou dopé) et l'ITO (oxyde d'indium dopé à l'étain) [2]. L'oxyde de zinc est un matériau faisant partie de la famille des oxydes transparents conducteurs (TCO) [1, 3,4]. La non-toxicité et l'abondance sur la Terre de ses composants font de lui un candidat idéal comme contact électrique transparent [5,6]. Il est un matériau qui pendant longtemps n'a été utilisé que pour des applications chimiques et pharmaceutiques [7]. Dans le domaine des applications électriques, il est mieux connu par ses propriétés piézoélectriques [8]. En raison de ces multiples applications potentielles. Le ZnO à savoir sa transparence optique, son inertie chimique, ses propriétés électriques est devenu un enjeu industriel et économique important. Ses domaines d'application sont très larges en électronique et en optique (revêtements optiques, émission électronique par effet de champ pour des applications dans la fabrication d'écrans plats, ...) [9]. Notons que ses propriétés en tant que semi-conducteur transparent n'ont commencé à être exploités qu'après la crise énergétique des années 70 [10].

C'est dans ce contexte stimulant que les procédés de déposition des films en oxyde de zinc ont fait l'objet de nombreuses recherches. Nous pouvons citer l'évaporation sous vide, la pulvérisation cathodique (sputtering), le dépôt chimique en phase vapeur (CVD) et la pulvérisation pneumatique dite «Spray ».

II

Comparé à d'autres méthodes d'élaboration, le procédé spray est une technique, relativement récente, permettant de produire des matériaux oxydes avec une bonne uniformité et sur une large surface présentant un aspect rugueux et une vitesse de dépôt considérable [11, 12,13]. Tous cela a permis à cette méthode de montrer ses capacités à produire des dépôts de bonne qualité.

En outre que, les températures atteintes lors de déposition restent cependant relativement raisonnables [14]. Enfin un des aspects intéressants de manière pratique du procédé spray tient au fait qu'il ne nécessite pas d'équipements lourds. Comparé aux méthodes de dépôt sous vide, l'investissement dans le montage expérimental de ce procédé est négligeable.

C'est dans cet objectif que se situe notre travail de recherche qui concerne le développement et la mise au point d'une technologie facile qui permet d'élaborer des couches minces d'oxydes comme le ZnO. Un banc de dépôt a été réalisé pour ce but au niveau de laboratoire d'électrodéposition de l'université de Biskra afin d'étudier les possibilités de dépôt de couches de ZnO par la technique du spray pyrolyse.

Selon la littérature la déposition de ZnO en couches minces peut être réalisée par différentes techniques, mais la qualité n'est pas toujours la même; dont les propriétés varient entre les limites plus ou moins définies. Avec le même procédé, les écarts entre les propriétés mesurées dans différents laboratoires sont souvent appréciables, à cause des différences qui peuvent être dans les paramètres de contrôle. Par conséquent, il ne suffit pas de réaliser une machine de dépôt, aussi sophistiquée soit-elle, pour être certain d'obtenir un matériau ayant de bonnes propriétés électroniques. Un réel travail d'optimisation est nécessaire pour définir les meilleures conditions de préparation, ce qui exige une analyse systématique (statistique) des propriétés optiques et électriques du matériau élaboré en l'occurrence le ZnO. Dans ce contexte, les propriétés des couches accessibles à l'étude par nos moyens sont la structure cristallographique, la conductivité électrique et la transmission optique. Les paramètres expérimentaux qui ont été variés pour cette étude sont la température du substrat, la concentration des précurseurs (molarité) et le temps de déposition.

Ce rapport de thèse est organisé de la façon suivante:

- Le premier chapitre expose en premier lieu quelques différents procédés de dépôt qui permettent à ce jour d'obtenir des couches minces de ZnO. Puis, une revue des propriétés essentielles de ZnO et des applications potentielles dans la technologie est donnée. En dernier

III

lieu, une petite comparaison entre les différents procédés et leur influence sur les propriétés de couches minces de ZnO.

- Le chapitre 2 présente la technique de dépôt par spray pyrolyse, le principe et les différentes étapes de ce procédé. Nous intéressons, par la suite, à la mise au point du banc expérimental de dépôt. La réalisation de ce dernier a permis l'élaboration de films minces de ZnO. Enfin, nous terminons cette partie par une description du procédé de déposition des couches avant d'exposer les paramètres expérimentaux qui influencent leurs caractéristiques.

- Le chapitre 3 présente dans la première partie l'expérimentation et les différentes préparations effectuées avant la déposition ; les couches déposées sont classées selon les conditions de préparation. A la fin de ce chapitre, les différentes analyses structurales et les caractérisations effectuées sur les couches minces de ZnO élaborées seront présentées et détaillées.

- Dans le chapitre 4 nous présentons les résultats des caractérisations de nos couches et des discussions portant sur les évolutions observées dans les paramètres fondamentaux et les variations des propriétés physicochimiques et optoélectroniques des couches de ZnO en fonction des différents paramètres de dépôt.

Ce manuscrit se terminera, en guise de conclusion, par un rappel des différents résultats essentiels, confirmant ainsi la possibilité de mise au point d'un appareillage simple de déposition de couches minces au niveau de l'université de Biskra et développera quelques perspectives pour la recherche à plus ou moins long terme.