



**Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur**

N° d'ordre 50 /2020

**THESE DE DOCTORAT**

Présentée par

**Mr : MESRAR MOHAMMED**

Discipline : Physique

Spécialité : Sciences des matériaux

**Sujet de la thèse** : Synthèse et Etude Physico-chimique de Nouveaux Matériaux  
Diélectriques, Piézoélectriques à Base de NBT/KBT

**Formation Doctorale** : Sciences de l'ingénieur Sciences Physiques, Mathématiques et Informatique

**Thèse présentée et soutenue le 16/10/2020 à 15h au centre de conférences devant le jury**

**composé de :**

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
FARID ABDI	PES	FST FES	Président
ELMOSTAFA KHECHOUBI	PES	FS MEKNES	Rapporteur
EL MOSTAPHA LOTFI	PES	ENSET RABAT	Rapporteur
ABDELILAH RJEB	PES	FSDM FES	Rapporteur
NOUREDDINE IDRISSE KANDRI	PES	FST FES	Examineur
TAJ-DINE LAMCHARFI NOR-SAID ECHATOU	PES	FST FES	Directeurs de thèse

Laboratoire d'accueil : Signaux, Systèmes et Composants  
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès





**Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur**

## Résumé

Ce travail est consacré à la synthèse et la caractérisation des matériaux sans plomb dérivant de  $(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$  par différentes techniques (états solide, sol-gel et hydrothermale), sous formes de poudres massives. Dans un premier temps, les voies de synthèses ont permis l'obtention de la phase pérovskite de  $(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$  pur sans aucune détection de phase secondaire. Pour chaque voie de synthèse, différents paramètres influençant la structure ou la forme des micro-objets ont été étudiés. Par optimisation des paramètres de synthèse, il a été possible de réduire la température de la synthèse des  $(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$  à  $200^\circ\text{C}$  seulement, au lieu de  $1000^\circ\text{C}$  en méthode de l'état solide. Ainsi, la synthèse hydrothermale a permis de réaliser des grains de grande taille et de morphologie hexagonale en utilisant des oxydes et des carbonates comme matières premières à des températures basses de  $200^\circ\text{C}$ . Les propriétés diélectriques ont été mesurées en fonction de la température à des fréquences allant de 500Hz à 2MHz pour l'ensemble de nos céramiques mettant en avant le caractère dispersive de ces derniers. Dans un deuxième temps, le mélange de  $(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$  avec le  $\text{BaTiO}_3$  et  $(\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$  dans des solutions solides binaire et ternaire ont été étudiées par diffraction des rayons X, spectroscopie Raman, microscopie électronique à balayage et spectroscopie d'impédance. L'étude révèle la complexité mais aussi la richesse des phénomènes physiques dans ces familles de composés : les séquences des transitions de phases, l'influence du dopant ( $\text{Ba}^{2+}$  et  $\text{K}^+$ ) sur les propriétés physico-chimiques des matériaux, la relation étroite entre propriétés diélectriques et caractéristiques structurales. En effet, les caractéristiques cristallines des solides obtenus permettent clairement de distinguer trois domaines selon les valeurs  $x$  ( $\text{Ba}^{2+}$  et  $\text{K}^+$ ), pour les valeurs croissantes de  $x$  ( $\leq 0.03\text{BT}$  et  $\leq 0.12\text{KBT}$ ) ainsi, Pour les valeurs les plus élevées de  $x$  ( $\geq 0.08\text{BT}$  et  $\geq 0.20\text{KBT}$ ), les solides obtenus sont des solutions solides avec une structure cristalline monophasé. Enfin, entre ces deux domaines ( $0.05 \leq x\text{BT} \leq 0,07$  et  $0.16 \leq x\text{KBT} \leq 0.20$ ), les solides obtenus sont biphasés de groupe d'espace ( $R3c + P4bm$ ) formant ainsi la zone morphotropique MPB. La substitution de  $(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$  par  $\text{Ba}^{2+}$  et  $\text{K}^+$  améliore les propriétés diélectriques là où la solution solide appartenant à la zone MPB possède les meilleures propriétés diélectriques par rapport aux autres solutions solides. Une transition de phase diffuse au sein de l'ensemble de ces composés est toutefois mise en évidence. Par la suite, nous avons déterminé les coefficients électromécaniques  $K_p$  et  $K_{31}$  des composés obtenus à partir des fréquences de résonance ( $f_r$ ) et anti-résonance ( $f_a$ ) pour chaque température de mesure et en fonction du dopage. D'autre part, les solutions solides ternaire  $(1-x-y)\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3 - x\text{BaTiO}_3 - y\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$  ont été élaborées par deux voies de synthèse : la voie de réaction à l'état solide et le processus hydrothermale. Ainsi, nous avons mis en évidence les avantages de la synthèse hydrothermale vis à vis la cristallinité, la taille, la morphologie des grains et les propriétés diélectriques. Finalement, l'une des originalités de ce travail consiste à améliorer l'activité photocatalytique des  $(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$ , à travers des essais paramétriques pour évaluer l'impact de la concentration en masse et du pH du milieu sur la photodégradation du colorant bleu de méthylène (BM).

**Mots clefs :** Solution solide  $(1-x)\text{NBT}-x\text{BT}$ ,  $(1-y)\text{NBT}-y\text{KBT}$ ,  $(1-x-y)\text{NBT}-x\text{BT}-y\text{KBT}$ , L'état solide, Sol-gel, Hydrothermale, Diélectriques, Fréquences de résonance, Fréquences anti-résonance, Coefficients électromécaniques, Activité photocatalytique.