

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE**

**SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03**  
**FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCÉDÉS**  
**DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT**

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

**Mémoire**

**PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER**  
**EN GÉNIE DES PROCÉDÉS**  
**OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT**

**DÉGRADATION PHOTOCATALYTIQUE DU ROUGE**  
**CONGO PAR DES NANOSTRUCTURES DE FERRITE DE**  
**BISMUTH DOPÉES AU LANTHANE**

**Présenté par :**

**Salaouadji Sawsen**

**Rikli Maroua**

**Dirigé par :**

**M.Kiamouche Samir**

**Grade : MCB**

**Année universitaire**

**2022-2023**

**Session : juin**

## Sommaire

Liste des abréviations

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction générale.....1

Révérence.....3

### Chapitre I : Pollution des eaux

I.1 Introduction.....4

I.2 Pollution de l'eau.....4

a) Pollution d'origine naturelle.....5

b) Pollution d'origine domestique.....5

c) Pollution agricole.....5

d) Pollution industrielle.....5

I.3 Types des polluants d'eau.....5

I.3.1 Polluants organiques .....5

a) Hydrocarbures .....5

b) Solvants organiques .....6

c) Pesticides et herbicides .....6

d) Produits pharmaceutiques et cosmétiques.....6

e) Composés organiques volatils (COV).....6

I.3.2 Polluants inorganiques.....7

a) Métaux lourds .....	7
b) Nitrates et phosphates.....	7
c) Acides.....	7
d) Sels.....	7
e) Substances chimiques inorganiques diverses .....	8
<b>I.3.3 Polluants microbiologiques .....</b>	<b>8</b>
<b>I.3.4 Polluants chimiques inorganiques.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.5 Nutriments .....</b>	<b>8</b>
<b>I.4 Composition d'eaux polluées.....</b>	<b>9</b>
a) Substances organiques .....	9
b) Métaux lourds .....	9
c) Nutriments.....	10
d) Micro-organismes pathogènes .....	10
e) Produits chimiques inorganiques .....	10
<b>I.5 Sources de pollution de l'eau.....</b>	<b>10</b>
a) Rejets industriels .....	11
b) eaux usées domestiques .....	11
c) L'agriculture.....	11
d) Déversements accidentels.....	11
e) Ruissellement urbain .....	11
f) Activités minières .....	12

<b>I.6 Paramètres de la pollution d'eau.....</b>	<b>12</b>
<b>I6.1 Paramètres chimiques.....</b>	<b>12</b>
a) <b>Demande biochimique en oxygène (DBO) .....</b>	<b>12</b>
b) <b>Demande chimique en oxygène (DCO) .....</b>	<b>12</b>
c) <b>Métaux lourds .....</b>	<b>12</b>
<b>I.6.2 Paramètres physiques.....</b>	<b>13</b>
a) <b>pH.....</b>	<b>13</b>
b) <b>Turbidité.....</b>	<b>13</b>
c) <b>Oxygène dissous.....</b>	<b>13</b>
<b>Références.....</b>	<b>14</b>

## **Chapitre II : procédés de traitement des eaux**

<b>II.1 Introduction.....</b>	<b>16</b>
<b>II.2 Les procédés de traitement des eaux.....</b>	<b>16</b>
<b>II.2.1 Les procédés biologiques.....</b>	<b>16</b>
<b>II.2.1.1 Procédé d'aération prolongée.....</b>	<b>17</b>
<b>II.2.1.2 Procédé de boues activées.....</b>	<b>17</b>
a) <b>Collecte des eaux usées.....</b>	<b>17</b>
b) <b>Prétraitement.....</b>	<b>17</b>
c) <b>Traitement biologique.....</b>	<b>17</b>
d) <b>Aération.....</b>	<b>18</b>
e) <b>Clarification.....</b>	<b>18</b>
f) <b>Recirculation des boues.....</b>	<b>18</b>

g) Traitement des boues.....	18
II.2.1.3 Procédé de filtration biologique.....	18
II.2.1.4 Procédé de lagunage.....	19
II.2.2 Procédés physico-chimiques.....	19
II.2.2.1 Procédés physiques.....	19
a) Sédimentation.....	19
b) Filtration.....	19
c) Adsorption.....	19
d) Désinfection.....	20
e) Osmose inverse.....	20
f) Evaporation.....	20
II.2.2.2 Les procédés chimiques.....	20
a) Coagulation et floculation.....	20
b) Neutralisation.....	20
c) Traitement au chlore.....	21
d) Ozonation.....	21
e) Adsorption sur charbon actif.....	21
f) Échange d'ions.....	21
g) Précipitation chimique.....	21
II.2.3 Les procédés d'oxydation avancée (POA).....	21
a) Oxydation à l'ozone (O <sub>3</sub> ) .....	22
b) Peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....	23

c) Réacteurs Fenton et Fenton avancé.....	23
d) Réacteurs photocatalytiques.....	23
e) L'électrochimie.....	24
f) Réacteurs à plasma.....	24
Références.....	25

### **Chapitre III : les colorants**

III.1 Historique des colorants.....	27
III.2 Définition d'un colorant.....	27
III.3 Classification des colorants textiles.....	28
III.4 Classification chimique.....	29
a) Colorants azoïques.....	29
b) Colorants triphénylméthanes.....	29
c) Colorants indigoïdes.....	30
d) Colorants xanthènes.....	30
e) Colorants anthraquinoniques.....	31
f) Phtalocyanines.....	31
g) Colorants nitrés et nitrosés.....	32
III.5 Classification tinctoriale.....	32
III.5.1 Colorants solubles dans l'eau.....	33
a) Colorants acides ou anioniques.....	33
b) Colorants basiques ou cationiques.....	33
c) Colorants à mordant.....	33

d) Colorants réactifs .....	34
e) Colorants de cuve.....	34
f) Colorants directs.....	34
III.5.2 Colorants insolubles dans l'eau.....	35
III.6 Utilisation des colorants.....	35
Références.....	36

## Chapitre IV : Photocatalyse

IV.1 Introduction.....	38
IV.2 Catalyse.....	39
IV.3 photocatalyse.....	39
IV.3.1 Utilisation de la photocatalyse.....	40
a) Dépollution de l'eau.....	40
b) Dépollution de l'air.....	40
c) Surfaces auto-nettoyantes.....	40
IV.4 Type de photocatalyse.....	41
IV.4.1 Photocatalyse homogène.....	41
IV.4.2 Photocatalyse hétérogène.....	42
IV.4.2.1 Principe de Photocatalyse hétérogène.....	43
IV.5 Les paramètres influençant la réaction photocatalytique.....	44
a) La masse du TiO <sub>2</sub> .....	44
b) pH.....	44

c) Temperature.....	45
d) L'oxygène.....	45
e) Concentration en polluant.....	45
f) Lumière.....	46
<b>IV.6 Choix du semi- conducteur en photocatalyse hétérogène.....</b>	<b>46</b>
<b>Références.....</b>	<b>47</b>

## **Chapitre V : Matériels, Synthèse et caractérisation**

<b>V.1 Matériels utilisés.....</b>	<b>50</b>
<b>V.1.1 Balance de précision.....</b>	<b>50</b>
<b>V.1.2 Agitateur.....</b>	<b>50</b>
<b>V.1.3 Rampe d'agitation.....</b>	<b>51</b>
<b>V.1.4 pH mètre.....</b>	<b>51</b>
<b>V.1.5 Centrifugeuse.....</b>	<b>52</b>
<b>V.1.6 Etuve.....</b>	<b>53</b>
<b>V.1.7 Infrarouge.....</b>	<b>53</b>
<b>V.1.8 Spectrophotométrie UV Visible.....</b>	<b>54</b>
<b>V.2 Colorants étudiés.....</b>	<b>54</b>
<b>V.3 Réactifs chimique utilisés.....</b>	<b>55</b>
<b>V.4 Analyse structurale par DRX.....</b>	<b>56</b>
<b>V.5 Analyse texturale par IR.....</b>	<b>56</b>
<b>V.6 Synthèse des semiconducteurs.....</b>	<b>56</b>
<b>Références.....</b>	<b>58</b>



## Chapitre VI : Application Photocatalyse

VI.1 Préparation de la solution synthétique de Rouge Congo.....	59
VI.2 Détermination de $\lambda_{\max}$ pour le colorant Rouge Congo.....	59
VI.3 Etablissement de la courbe d'étalonnage pour le RC.....	59
VI.4 Procédé d'adsorption de Rouge Congo sur les semi-conducteurs synthétisés.....	60
VI.5 Photolyse de Rouge Congo sous irradiation solaire .....	61
VI.6 pH au point zéro charge pour BFO et La BFO.....	62
VI.7 Analyse structurale par DRX des semi-conducteurs synthétisés.....	63
VI.8 EDX de BFO et de La-BFO.....	64
VI.9 IRTF de BFO et de La-BFO.....	65
VI.10 Photocatalyse de RC : Paramètres influents et adsorption.....	66
a) Effet du dopage (Dopage par le lanthane) .....	67
b) Effet de la concentration initiale de RC.....	67
c) Effet du pH.....	68
d) Effet de la température.....	69
Références.....	71
Conclusion générale.....	72
Résumé	

## Résumé

Des nanostructures de ferrite de bismuth dopé au lanthane avec des teneurs en La de 0 % et de 15 % ont été synthétisées par une méthode chimique humide. Les caractéristiques structurales, morphologiques, élémentaires et optiques ont confirmé la pureté de la phase et la morphologie granulaire du La-BFO synthétisé. Le  $pH_{PZC}$  a indiqué une augmentation significative de la charge de surface du La-BFO par rapport au BFO. Les nanostructures de La-BFO ont été utilisées pour l'adsorption du colorant anionique Rouge Congo d'une solution aqueuse dans différentes conditions physio-chimiques. Une efficacité d'élimination de 95 % a été atteinte en 135 minutes. Les résultats expérimentaux suggèrent que le dopage augmente la capacité d'adsorption et l'efficacité d'élimination en raison d'une interaction électrostatique entre les nanostructures La-BFO chargées négativement et le groupe amine protoné du Rouge Congo. La capacité d'adsorption a été fortement influencée par le pH initial de la solution de Rouge Congo.

**Mots clé :** Photocatalyse, DRX, IRTF, Lanthane dopé BFO, UV-visible, Irradiation solaire. Rouge Congo.

## Summary

Nanostructures of lanthanum-doped bismuth ferrite with La contents of 0% and 15% were synthesised by a wet chemical method. Structural, morphological, elemental and optical characteristics confirmed the phase purity and granular morphology of the synthesised La-BFO. The  $pH_{PZC}$  indicated a significant increase in the surface charge of La-BFO compared with BFO. La-BFO nanostructures were used for the adsorption of the anionic dye Congo Red from an aqueous solution under different physio-chemical conditions. A 95% removal efficiency was achieved in 135 minutes. The experimental results suggest that doping increases the adsorption capacity and removal efficiency due to an electrostatic interaction between the negatively charged La-BFO nanostructures and the protonated amine group of Congo Red. The adsorption capacity was strongly influenced by the initial pH of the Congo Red solution.

Key words: Photocatalysis, XRD, FTIR, La-doped BFO, UV-visible, Solar irradiation. Congo red.

## ملخص

تم تصنيع الهياكل النانوية الفريت البزموت المشبعة باللانثانم مع محتوى La بنسبة 0 % و 15 % بطريقة كيميائية رطبة. أكدت الخصائص الهيكلية والمورفولوجية والعنصرية والبصرية نقاء الطور والتشكل الحبيبي لـ La-BFO المركب. أشار  $pH_{PZC}$  إلى زيادة كبيرة في الشحن السطحي لـ La-BFO مقارنة بـ BFO. تم استخدام الهياكل النانوية La-BFO لامتصاص صبغة الكونغو الحمراء الأنيونية من محلول مائي في ظل ظروف فيزيائية كيميائية مختلفة. تم تحقيق كفاءة إزالة 95% في 135 دقيقة. تشير النتائج التجريبية إلى أن المنشطات تزيد من قدرة الامتصاص وكفاءة الإزالة بسبب التفاعل الكهروستاتيكي بين الهياكل النانوية La-BFO ذات الشحنة السالبة ومجموعة الأمين البروتونية في الكونغو الأحمر. تأثرت قدرة الامتزاز بشدة بالرقم الهيدروجيني الأولي لمحلول الكونغو الأحمر.

الكلمات الرئيسية: التحفيز الضوئي ، DRX ، IRTF ، اللانثانم المشبع بـ BFO ، الإشعاع فوق البنفسجي المرئي ، الإشعاع الشمسي. الكونغو الأحمر.