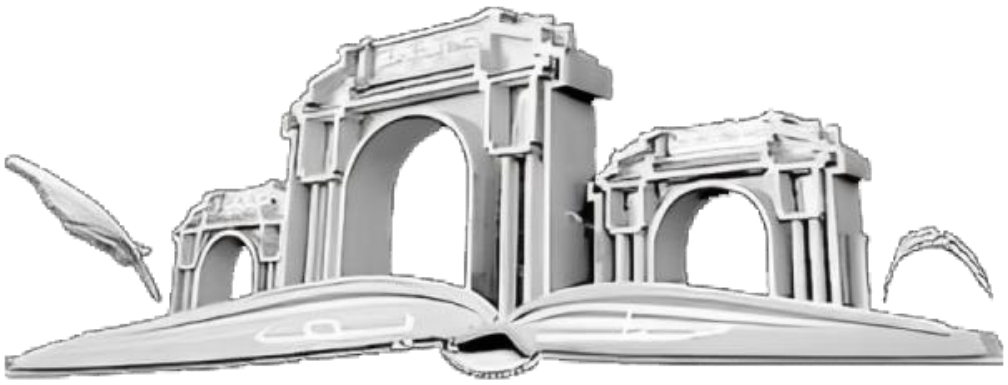
PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA

Ministry of Higher Education and Scientific Research

UNIVERSITY OF SETIF 1- FERHAT ABBAS

Faculty of Sciences

Department of Physics



جامعة سطيف 1

UNIVERSITY OF SETIF 1

For the award of the degree of Master in Materials Physics

Valorization of Fishery By-products and Study of Their Properties

Prepared by:

Laouarem Razane Ayat Errahmane

Supervised by:

Pr. Melia Hamici

Pr. Khelifa Haddadi

Academic Year : 2025-2026

Contents

General Introduction 1

Chapter I: General overview of fish scales 3

I.1.Introduction 3

I.2.General Structure of Fish Scales 3

I.3.Chemical Composition of Fish Scales 4

I.4.Collagen in Fish Scales 5

I.5.Hydroxyapatite in Fish Scales 6

I.6.Valorisation of Fish Scales 7

I.6.1.Collagen and gelatin recovery 7

I.6.2.Hydroxyapatite recovery for bioceramics 8

I.7.Extraction and Processing Considerations 8

Chapter II: General overview of bio-polymers 10

II.1 Polymers 10

II.1.1.Synthetic polymers 10

II.1.2.Natural polymers(or biopolymers) 11

II.2. Biopolymers properties 13

II.2.1. Environmental Properties 13

II.2.2. Biological Properties 14

II.2.3.Other properties 15

II.3. Applications 15

II.3.1. Food packaging 15

II.3.2. Biomedical engineering 16

II.3.3.Agrculture and Envirenement 16

II.3.4 Cosmetics and Personal care 16

Chapter III: Characterizations Technics 17

III.1. Introduction 17

III.1 Structural Characterization 17
III.1.1. X-ray diffraction (XRD) 17
III.1.2. X- Ray Fluorescence (XRF) 18
III.2. Optical Characterization 20
III.2.1. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) 20
III.3. Thermal Analysis (TGA and DSC) 21
III.4. Universal Natural Convection Oven 23
III.5. Ball mill 23
III.6. hydraulic press 24
Chapter IV: Synthesis, Results and Discussion 26
Part I: Extraction of hydroxyapatite from fish scales 26
IV.1. Methodology 26
IV.2.Results-and-Discussion 27
IV.2.1.Thermal-Analysis-(TGA/DSC) 27
IV.2.2.X Ray Fluorescence (XRF) Analysis 29
IV.2.3. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) 30
IV.2.4.X Ray Diffraction (XRD) Analysis 31
IV.3. Temperature Effect on fish scales proprieties 32
IV.3.XRF Analysis 33
IV.3.1.XRF Results Observation 34
IV.4.FTIR Analysis 36
IV.4.1.Comparison of the FTIR spectra before and after calcination 37
IV.5.XRD-Analysis 38
IV.5.1.Deviation of the Ca/P Ratio 39
Part II- Extraction Methodology 40
IV.6. Collagen film elaboration 40
IV.6.1.Thermal-Analysis-(TGA/DSC) 41
IV.6.2.FTIR-Analysis 43

IV.6.3.XRD Analysis 45
General Conclusion 49
References 51
Abstract 56

Abstract

Fish scales are considered an abundant and low-cost natural biogenic source, rich in calcium as well as collagen, which gives them significant potential for the fabrication of biomaterials. This work focuses on the valorization of this waste through the extraction of both its mineral and organic fractions.The analyses revealed the presence of a substituted apatite phase in the raw scales. After thermal treatment, the obtained powder was transformed into crystalline hydroxyapatite, confirming the potential of fish scales as a precursor for mineral biomaterials. In parallel, collagen was successfully extracted through acid demineralization and then used for the preparation of biopolymer films. These results demonstrate that fish scales can be exploited both as a source of collagen and calcium-based compounds, making them a sustainable, renewable, and cost-effective resource for the development of functional biomaterials

.الملخص

تُعدّ قشور الأسماك مصدرًا حيويًا طبيعيًا وفيرًا وغير مكلف، غنيًا بالكالسيوم وكذلك بالكولاجين، مما يمنحها أهمية خاصة في تصنيع المواد الحيوية. يندرج هذا العمل ضمن إطار تثمين هذه النفايات من خلال استخلاص كل من الجزء المعدني والجزء العضوي منها .أظهرت التحاليل وجود طور أباتيتي مستبدل في القشور الخام. وبعد المعالجة الحرارية، تحوّل المسحوق الناتج إلى هيدروكسي أباتيت بلوري، مما يؤكد إمكانية استخدام القشور كمقدمة لتوليد مواد حيوية معدنية. وبالموازاة مع ذلك، تم استخراج الكولاجين بنجاح عبر إزالة المعادن بالحامض، ثم استُخدم في تحضير أغشية بوليمرية حيوية .تُظهر هذه النتائج أن قشور الأسماك يمكن استغلالها كمصدر لكل من الكولاجين والمركبات الكلسية، مما يجعلها موردًا مستدامًا ومتجددًا واقتصاديًا لتطوير مواد حيوية وظيفية..

Résumé

Les écailles de poisson constituent une ressource biogénique abondante et peu coûteuse, riche en calcium ainsi qu'en collagène, ce qui leur confère un intérêt particulier pour la fabrication de biomatériaux. Ce travail s'inscrit dans une démarche de valorisation de ce déchet à travers l'extraction de ses fractions minérale et organique. Les analyses réalisées ont mis en évidence la présence d'une phase apatitiqe substituée dans les écailles brutes. Après traitement thermique, la poudre obtenue s'est transformée en hydroxyapatite cristalline, confirmant ainsi le potentiel des écailles comme précurseur de biomatériaux minéraux. En parallèle, le collagène a été efficacement extrait par déminéralisation acide, puis utilisé pour l'élaboration de films biopolymères. Ces résultats montrent que les écailles de poisson peuvent être exploitées à la fois comme source de collagène et de composés calciques, représentant ainsi une ressource durable, renouvelable et économique pour le développement de biomatériaux fonctionnels.