

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique



Département : Génie Chimique
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles
Centre de Recherche Nucléaire d'Alger
Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Chimique

Thème

**Synthèse et caractérisation d'une titanite
dopée au strontium : céramique de
confinement de déchets radioactifs**

Manel FEKKANE et Haider Abdeldjalil BOUZID

Sous la direction de : Mme. D. MOUDIR Chercheur principal CRNA
Mme. S. TOUAZI MCA ENP

Présenté et soutenu publiquement le : 21/06/2023

Composition du jury :

Présidente	Mme F. Kies	MCA	ENP
Examinatrice	Mme A. Amri	MCA	ENP
Promotrice	Mme D. Moudir	Chercheur principal	CRNA
Promotrice	Mme S. Touazi	MCA	ENP
Invitée	Mme N. Kamel	Chercheur expert	CRNA

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique



Département : Génie Chimique
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles
Centre de Recherche Nucléaire d'Alger
Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Chimique

Thème

**Synthèse et caractérisation d'une titanite
dopée au strontium : céramique de
confinement de déchets radioactifs**

Manel FEKKANE et Haider Abdeldjalil BOUZID

Sous la direction de : Mme. D. MOUDIR Chercheur principal CRNA
Mme. S. TOUAZI MCA ENP

Présenté et soutenu publiquement le : 21/06/2023

Composition du jury :

Présidente	Mme F. Kies	MCA	ENP
Examinatrice	Mme A. Amri	MCA	ENP
Promotrice	Mme D. Moudir	Chercheur principal	CRNA
Promotrice	Mme S. Touazi	MCA	ENP
Invitée	Mme N. Kamel	Chercheur expert	CRNA

ملخص: تخليق وتوصيف التيتانيت المشوب بالسترونتيوم: حاوية تخزين النفايات المشعة

هدف هذه الدراسة هو تخليق وتوصيف التيتانيت المشبع بالسترونتيوم. يتم استخدام التيتانيت، المعروف أيضًا باسم السفين، لتخزين النفايات عالية النشاط. تم تخليق السفين باستخدام الطريقة الجافة، وأظهرت الحاوية المحصل عليها خواص فيزيائية وبنية دقيقة جيدة. أظهرت تحليلات تحديد المادة وجود تفوق لمادة التيتانيت وتم تأكيد تثبيت السترونتيوم باستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه والمجهر الإلكتروني الماسح مع اثبات استقرار حراري عند درجات تقارب 1200 مئوية بالتحليل الحراري المتفاضل والحراري الوزني في جميع العينات. أظهرت النتائج المحصلة من اختبائي قوة التحمل الكيميائي وجود خصائص ملائمة للسفين المشبعة بنسبة 0.2 مول من السترونتيوم، حيث حررت 0.05% فقط من محتواها الأصلي من السترونتيوم خلال فترة 42 يومًا.

الكلمات المفتاحية: النفايات الإشعاعية، التيتانيت، السفين، مصفوفة احتجاز السترونتيوم، الخواص الفيزيائية والبنية الدقيقة، اختبار النشر.

Abstract: Synthesis and characterization of strontium-doped titanite: radioactive waste containment ceramic

The aim of this study is to synthesize and characterize strontium-doped titanite ceramics. Titanite, also known as sphene, is used for high level waste containment. The sphene was synthesized using the dry method and the matrix obtained showed good physical and microstructural properties. The phase identification showed a predominance of titanite phase and incorporation of strontium was confirmed by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM) with thermal stability at temperatures around 1200°C observed from differential and gravimetric thermal analyzes (DTA-DTG) in all samples. The results obtained from the two chemical durability tests revealed that sphene synthesized with 0.2 moles of strontium incorporation exhibited the most favorable properties, releasing only 0.05% of its initial strontium content over a period of 42 days.

Keywords: Radioactive waste, titanite, sphene, strontium containment matrix, physical and microstructural properties, leaching test.

Résumé : Synthèse et caractérisation d'une titanite dopée au strontium : céramique de confinement de déchets radioactifs

L'objectif de cette étude est de synthétiser et de caractériser des céramiques de titanite dopées au strontium. La titanite, également connue sous le nom de sphène, est utilisée pour le confinement des déchets de haute activité. Le sphène a été synthétisé en utilisant la méthode sèche et la matrice obtenue a montré de bonnes propriétés physiques et microstructurales. L'identification de phase a montré une prédominance de la phase titanite et l'incorporation du strontium a été confirmé par la spectroscopie Infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) et la microscopie électronique à balayage (MEB) avec une stabilité thermique à des températures avoisinant 1200°C constatée à partir des analyses thermiques différentielle et thermogravimétrique (ATD-ATG) dans tous les échantillons. Les résultats obtenus des deux tests de durabilité chimique ont révélé que le sphène synthétisé avec une incorporation de 0,2 moles de strontium a présenté les propriétés les plus favorables, libérant seulement 0,05% de sa teneur initiale en strontium sur une période de 42 jours.

Mots-clés : Déchets radioactifs, titanite, sphène, matrice de confinement de strontium, propriétés physiques et microstructurales, test de lixiviation.

Dédicaces

Je dédie cet humble travail à mes chers parents, dont l'amour et le soutien inconditionnels ont été une source de motivation constante.

Je vous serai éternellement reconnaissante et j'espère vous rendre fiers de moi.

À mes chers frères, qui ont toujours répondu présents lorsque j'ai eu besoin d'eux, vous êtes mes piliers.

À ma merveilleuse famille, qui m'a apporté le goût de la vie et un soutien indéfectible.

Merci d'avoir été présents lors des moments difficiles.

À mon collègue dévoué, merci de m'avoir enrichie de ton savoir-faire et de ta pensée novatrice.

Ce fut un réel plaisir de travailler avec toi.

Et enfin, à mes amis, avec qui j'ai partagé les joies, les défis et les souvenirs inoubliables.

Je vous remercie tous, du fond du cœur. C'est grâce à vous tous que j'ai pu réaliser mes souhaits.

Manel Fekkane.

Dédicaces

À tous ceux qui ont été à mes côtés et m'ont aidé tout au long de ce travail, je dédie cette recherche.

En particulier, je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers mes promotrices qui ont tout donné pour mener à bien ce projet. Leur soutien infaillible et leur dévouement ont été d'une valeur inestimable.

Je souhaite également dédier ce travail à ma famille, qui a toujours été ma source de soutien et d'inspiration. Leur amour inconditionnel et leurs encouragements constants ont été la force qui m'a guidé dans cette entreprise.

À mon binôme, je tiens à exprimer ma reconnaissance pour sa collaboration précieuse et sa contribution essentielle à ce projet. Son engagement et son partenariat ont été essentiels pour son accomplissement.

Enfin, je souhaite dédier ce travail à tous ceux qui aspirent à la connaissance. Que ce modeste effort puisse servir de source d'inspiration et d'encouragement à tous ceux qui cherchent à repousser les frontières du savoir.

À vous tous, je vous suis profondément reconnaissant.

Haider Abdeldjalil Bouzid.

Remerciements

Avant tout, nous exprimons notre gratitude envers Dieu le Tout-Puissant pour Sa guidance et Ses bénédictions.

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude et notre sincère reconnaissance envers notre promotrice au sein du CRNA, Mme Dalila MOUDIR, pour sa bienveillance, ses critiques constructives, ses orientations et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous tenons également à remercier chaleureusement notre promotrice à l'ENP, Mme Souad TOUAZI, qui nous a guidé dans notre travail. Nous lui sommes reconnaissants pour sa présence, ses encouragements et son soutien constants.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury, Mme F. KIES pour l'honneur qu'elle nous fait en présidant ce jury, ainsi qu'à Mme A. AMRI d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail.

Nous adressons une pensée particulière à Mme F. YAKOUBI pour sa présence, son soutien et sa serviabilité.

Nous remercions l'équipe de la division DSDR au sein du CRNA, à leur tête Mme N. KAMEL, ainsi qu'à Mme MAACHOU, Mme AOUCHICHE, Mme MOUHEB et Mme KAMARIZ pour leur orientation et leur soutien tout au long de notre stage.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à M. D. TAHTAT, Mme A. NACER-KHODJA, M. Y. LARBAH, Mme S. MAMA et M. E. ABIZA du CRNA pour leur aide et bienveillance.

Nous remercions l'ensemble des enseignants de l'École Nationale Polytechnique, en particulier ceux du département de Génie Chimique, pour leur enseignement et leur encadrement tout au long de notre parcours.

Confidentiel