



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

N° d'ordre 52 /2020

## THESE DE DOCTORAT

Présentée par

**Mme : ACHIK Maryam**

Spécialité : Sciences et Génie des Matériaux et des Procédés

**Sujet de la thèse : Contribution à la valorisation de la cendre de pyrrhotite**

**Thèse présentée et soutenue le 24/10/2020 devant le jury composé de :**

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Fouad KHALIL	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Zineb HATIM	PES	Faculté des Sciences El Jadida	Rapporteur
Abdassamad TOUNSI	PES	Faculté Polydisciplinaire de Beni Mellal	Rapporteur
Jamil TOYIR	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Rapporteur
Jamal Eddine HAZM	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
Souad EL KHATTABI	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Examineur
Hayat BENMOUSSA	PH	Cité d'Innovation de Fès	Examineur
Abdelah OULMEKKI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de thèse

Laboratoire d'accueil : Chimie de la Matière Condensée

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès



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

**Résumé de la thèse**

La cendre de pyrrhotite est un déchet industriel qui est actuellement stocké en grande quantité dans une vaste zone au sud-ouest du Maroc. L'étude bibliographique a révélé que ce déchet n'a fait l'objet d'aucune étude environnementale ou de valorisation. Et dans la perspective d'apporter une contribution à sa valorisation, il a été jugé nécessaire de réaliser dans un premier temps une caractérisation physico-chimique approfondie de la cendre de pyrrhotite. Les résultats de cette caractérisation ont montré que la composition chimique de ce déchet peut lui conférer une propriété pouzzolanique intéressante, appréciée dans le domaine des matériaux de construction. Et afin de s'assurer de la possibilité de réutiliser ce déchet dans ce dernier domaine, le comportement environnemental de la cendre de pyrrhotite a été évalué en utilisant le test de lixiviation à réservoir selon la norme NEN-7345. Ce test a montré que la cendre de pyrrhotite ne présente aucun effet négatif sur l'environnement et qu'elle peut être utilisée en toute sécurité comme matière première secondaire dans le domaine des matériaux de construction. Il a été donc opté d'évaluer la valorisation de la cendre de pyrrhotite dans les briques en terre cuite. Pour cela, des briques ont été élaborées en utilisant l'argile jaune de la ville de Fès avec un taux d'incorporation de la cendre de pyrrhotite allant de 0% jusqu'à 50% en masse. L'évaluation des propriétés technologiques de ces briques a montré que l'ajout jusqu'à 30% du déchet à la matrice argileuse permet d'améliorer plusieurs caractéristiques physico-chimiques et mécaniques des briques traitées à 1000°C, à savoir : le retrait, la perte de poids, la résistance à la flexion... Et dans le souci d'économiser l'énergie lors de l'élaboration de ces briques, il a été procédé à l'étude des propriétés de ces briques cuites à des températures inférieures à 1000°C. Il a été constaté que les briques contenant 20% en masse de cendre de pyrrhotite et traitées à 900°C ont les propriétés technologiques requises par les normes européennes et américaines pour les briques en terre cuite. Cependant, ces briques s'avèrent être lourdes et présentent une faible porosité. Et afin de remédier à cet inconvénient, il a été décidé d'améliorer la formule de la brique - contenant 20% en cendre de pyrrhotite et 80% en argile - en ajoutant un élément organique (la sciure de bois cèdre) qui une fois traité thermiquement s'évapore en laissant des pores ce qui rend la brique plus légère. L'étude des propriétés technologiques de ces dernières briques a révélé qu'effectivement l'ajout de 5% en sciure de bois au mélange contenant 20% en cendre de pyrrhotite et 80% en argile permet d'améliorer la porosité des briques tout en maintenant les autres propriétés technologiques conformes aux normes des briques en terre cuites. Aussi, cette amélioration est plus nette quand les briques sont cuites à 900°C.

**Mots clés** : valorisation, cendre de pyrrhotite, recyclage de déchets, argile, briques cuites, sciure de bois, environnement, propriétés technologiques.