

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



LAVALEF

Département : Génie Chimique
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles
LafargeHolcim
Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Chimique

Thème

Optimisation de la consommation énergétique de la cimenterie LafargeHolcim M'Sila (LCM)

Laetitia SADMI, Amina ROUABHIA

Sous la direction de : Dr A. AMRI Maitre de Conférences A (ENP)
 Mr F. MELIK Responsable procédés (LafargeHolcim)

Présenté et soutenu publiquement le 27/06/2024

Composition du jury :

Présidente	Mme F. KIES	MCA	ENP
Promoteurs	Mme A. AMRI	MCA	ENP
	Mr F. MELIK	Ingénieur	LafargeHolcim M'Sila
Examineur	Mr R. BOUARAB	Pr	ENP

ENP 2024

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



LAVALEF

Département : Génie Chimique
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles
LafargeHolcim
Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Chimique

Thème

Optimisation de la consommation énergétique de la cimenterie LafargeHolcim M'Sila (LCM)

Laetitia SADMI, Amina ROUABHIA

Sous la direction de : Dr A. AMRI Maitre de Conférences A (ENP)
 Mr F. MELIK Responsable procédés (LafargeHolcim)

Présenté et soutenu publiquement le 27/06/2024

Composition du jury :

Présidente	Mme F. KIES	MCA	ENP
Promoteurs	Mme A. AMRI	MCA	ENP
	Mr F. MELIK	Ingénieur	LafargeHolcim M'Sila
Examineur	Mr R. BOUARAB	Pr	ENP

ENP 2024

Je dédie ce mémoire à mes parents pour leur amour et soutien inconditionnels, leurs sacrifices et leur confiance grâce auxquels je suis la personne que je suis aujourd'hui. Mon ultime but est de les rendre fiers et j'espère pouvoir y parvenir à travers ce modeste mémoire.

À mon frère et au lien si spécial et fusionnel qui nous unit.

À ma tante, ses filles Nezli et Julia que j'aime d'amour.

À ma grand-mère que je chéris tant, à mes oncles et tantes pour leurs encouragements constants

À mes amies chéries, Lamis, Meyssem et Wissem, ma sœur de cœur. Votre présence a enrichi ma vie de mille façons.

À Aimad, merci pour ton aide et ton soutien qui m'ont été précieux à chaque étape.

À la mémoire de mon oncle, dont l'absence est ressentie tous les jours.

À tous ceux que j'ai omis de citer mais qui comptent énormément pour moi.

Amina

Rendons à César ce qui appartient à César...

Ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien et l'aide inestimables de nombreuses personnes bienveillantes,

Je dédie ce travail,

À ma tendre mère, ton amour et ta force ont illuminé chaque étape de ma vie. Merci pour nos échanges riches sur les souvenirs d'hier, les réalités d'aujourd'hui et les rêves de demain. Ta foi constante en moi est la raison pour laquelle je te dédie ma réussite.

À mon défunt père et qui là où il est, continue de veiller sur moi. Ton amour, tes valeurs et ta sagesse continuent de guider chacun de mes pas.

À mes deux frères, que serais-je sans votre précieuse présence et vos encouragements inestimables ? Sans doute une personne différente, mais assurément pas une meilleure.

À ma tante Nacima et son époux Rabah, dont le soutien inestimable m'a été précieux dans les épreuves les plus ardues. Bien que des océans nous séparent, votre aide et votre réconfort transcendent les distances.

À mon oncle Mourad et mon cousin Boussad, je vous exprime ma profonde gratitude pour votre engagement sans faille dans ma vie professionnelle et votre présence constante à mes côtés.

À Thininane, la sœur que j'aurais dû avoir, nos souvenirs d'enfance m'ont marquée et ont contribué à forger la personne que je suis aujourd'hui. Je te remercie d'être celle sur qui je peux compter, qui est là pour me soutenir et me guider.

À mon ami Rayan, même si notre amitié n'est pas de longue date, ton soutien sincère et ta présence bienveillante ont déjà eu un impact profond sur moi.

À tous ceux qui ont cru en moi, qui m'ont encouragé à poursuivre mes rêves et à donner le meilleur de moi-même, je vous adresse mes plus sincères remerciements. Votre confiance en mes capacités m'a été d'un soutien précieux dans les épreuves. Recevez toute ma reconnaissance et mon affection infinie.

Laetitia

Remerciements

Nous remercions, avant tout, le Bon Dieu Tout Puissant, qui nous a donné la force, le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements et notre gratitude à notre encadrante Mme Amina AMRI pour sa disponibilité, son orientation et ses conseils, tout au long de notre travail.

Nous remercions également notre promoteur au niveau de l'entreprise, Mr Fayssal MELIK pour sa confiance et son aide, et d'avoir mis à notre disposition l'ensemble des informations nécessaire à la réalisation de ce projet.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mme Hanane BESSEKRI, responsable de formation au sein de Holcim, pour nous avoir permis d'effectuer notre stage de fin d'études au sein de cette entreprise ainsi qu'à tous les employés de LafargeHolcim M'Sila qui ont contribué de près ou de loin à notre intégration au niveau de l'usine et à la réalisation du projet.

Nous remercions aussi vivement tous les enseignants du département du génie chimique qui nous ont accompagnées tout au long de notre formation pour la qualité de l'enseignement et l'engagement dont ils ont fait preuve.

Nous adressons également notre sincère reconnaissance aux membres du jury de nous faire l'honneur d'examiner et d'évaluer notre travail.

Enfin, nous tenons à remercier tous nos proches et nos amis qui nous ont continuellement soutenues et encouragées au cours de la réalisation de ce projet.

ملخص: تحسين استهلاك الطاقة في مصنع الاسمنت لافارج هولسيم مسيلة

في هذا العمل، كشفت دراسة تحليلية لاستهلاك الطاقة الحرارية والكهربائية في مصنع الاسمنت لافارج هولسيم مسيلة على مدى السنوات الأربع الماضية، بالإضافة إلى تحليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لسنة 2023، عن وجود نقاط ضعف في الاداء الطاقوي والبيئي للمصنع. لتحديد مصادر خسائر الطاقة الحرارية، تم إجراء موازنة طاقوية لنظام المعالجة الحرارية الذي يشمل برج التسخين الفرن والمبرد. أظهرت النتائج أن كمية كبيرة من الحرارة تُفقد عبر غازات العادم والهواء الساخن الخارج من المبرد بالإضافة إلى تشتت الطاقة الحرارية إلى خارج النظام. وقد أكدت تقييمات الفقدان الحراري من سطح الفرن أن جزءًا كبيرًا من خسائر الطاقة الحرارية ينشأ من هذا المصدر. من أجل تحسين كفاءة الطاقة للنظام، تمت دراسة حلول تهدف بشكل رئيسي إلى تقليل واستعادة الحرارة المفقودة. تمت دراسة تركيب غلاف ثانوي وطبقة عازلة حول الفرن بالإضافة إلى تركيب وحدة توليد كهرباء من استعادة الحرارة المفقودة. كما تم تقدير الجدوى الاقتصادية لهذه الحلول وتأثيرها البيئي.

الكلمات المفتاحية: استهلاك الطاقة، كفاءة الطاقة، ميزان حراري، خط الطهي، لافارج هولسيم المسيلة، توليد الكهرباء من استعادة الحرارة المفقودة.

Abstract : Optimization of Energy Consumption at LafargeHolcim M'Sila Cement Plant

In this current work, an analysis of the thermal and electrical consumption of the LafargeHolcim M'Sila cement plant over the past 4 years, followed by an analysis of CO₂ emissions for the year 2023, revealed weaknesses in the plant's energy and environmental performance. To identify the sources of thermal losses, a thermal balance was carried out on the production line No. 1, involving the preheating tower, the precalciner, the kiln, and the cooler. The results showed that a significant amount of heat is carried away by the exhaust gases and the hot air from the cooler, in addition to thermal losses due to heat dissipation to the outside. The evaluation of thermal losses from the surface of the kiln confirmed that a considerable portion of these thermal losses from the production line originates from this source. To improve the energy efficiency of the production line, solutions mainly aimed at reducing and recovering lost heat were studied. The implementation of a secondary shell with an insulation layer around the kiln, as well as the installation of a waste heat recovery unit for electricity generation, were examined. The economic feasibility of these solutions and their environmental impact were also estimated.

Key words : energy consumption, energy efficiency, thermal balance, pyro-processing unit, LafargeHolcim M'Sila, waste heat recovery power generation.

Résumé : Optimisation de la consommation énergétique de la cimenterie LafargeHolcim M'Sila

Dans ce présent travail, une analyse des consommations thermiques et électriques de la cimenterie LafargeHolcim M'Sila au cours des 4 dernières années suivie d'une analyse des émissions de CO₂ pour l'année 2023 a révélé des faiblesses dans les performances énergétiques et environnementales de l'usine. Pour identifier les sources des pertes thermiques, un bilan thermique a été effectué sur la ligne de cuisson n°1 incluant la tour de préchauffage, le précalcinateur, le four de cuisson et le refroidisseur. Les résultats ont montré qu'une importante quantité de chaleur est entraînée par les gaz d'échappement et les airs chauds du refroidisseur en plus des pertes thermiques par dissipation de chaleur vers l'extérieur. L'évaluation des pertes thermiques à la surface du four a confirmé qu'une part considérable de ces pertes provient de cette source. Afin d'améliorer l'efficacité énergétique de la ligne de cuisson, des solutions visant principalement à réduire et récupérer de la chaleur perdue ont été proposées. La mise en place d'une coque secondaire avec couche d'isolation autour du four de cuisson ainsi que l'installation d'une unité de génération d'électricité par récupération de la chaleur perdue ont été étudiés. La faisabilité économique de ces solutions et leur impact environnemental ont également été estimés.

Mots clés : consommation énergétique, efficacité énergétique, Bilan thermique, ligne de cuisson, LafargeHolcim M'Sila, génération d'électricité par récupération de chaleur perdue.

confidentiel