

**Revue Congolaise des Sciences & Technologies**

ISSN: 2959-202X (Online); 2960-2629 (Print)

<https://www.csnrdc.net/>**OPEN ACCESS****REVUE
CONGOLAISE
DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES****Caractérisation physico- chimique de la chaux produite artisanalement dans la cité de Luozi dans le Kongo Central/RDC****[Physico-chemical characterisation of produced lime artisanally in the isced of Luozi in the Kongo Central/DRC]****Daniel Nzau Samba^{1*}, Gracien Bakambo Ekoko², Jean Godard Mutala Disansukidi³, Dorta Mayamona Kuenda¹, Doudou Ngesevua Lukuama^{3,4} & Jean-Aimé Lokebo Mbanga²**¹*Institut Supérieur Pédagogique de Matadi, Kongo Central, République Démocratique du Congo*²*Département de Chimie et Industries, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo*³*Institut Supérieur Pédagogique de Mbanza-Ngungu, Kongo Central, République Démocratique du Congo*⁴*Centre de recherche en sciences appliquées et technologiques de Kinshasa, République démocratique du Congo***Résumé**

L'objectif de ce travail est de caractériser la chaux produite artisanalement dans la cité de Luozi, celle produite au laboratoire A28 de la faculté des sciences et technologies de l'Université de Kinshasa à partir de calcaire de Luozi, pour en déterminer la norme, la qualité dans le traitement des eaux, comparativement à la chaux produite industriellement utilisée pour le traitement des eaux. Sept sites de Luozi produisant la chaux artisanalement sont identifiés et des méthodes d'analyses physico-chimiques comme la diffraction des rayons X, la calcimétrie et le traitement chimique sont mises à contribution pour une caractérisation physico-chimique de ces chaux produites artisanalement, au laboratoire A28 et celle produite industriellement. S'agissant du jar-test, les sept sites de Luozi ont donné une valeur moyenne de pH de 7,03 et la chaux produite au laboratoire A28 et industriellement ont donné de pH de 7,30 et 7,25 respectivement ; la norme internationale exigée est d'avoir un pH entre 6,50– 8,00. Les analyses de diffraction de rayons X de la poudre à chaux ont montré une teneur en CaO dans la roche calcaire des différents sites de Luozi avec une moyenne de 90,2%. Deux de sept sites de Luozi (Matokin et Bimba) ont donné 94,0 % et 93,9% en chaux (CaO) et celles produites au laboratoire A28 et industriellement ont donné 95,2 % et 97,3%. Ces quatre échantillons ont répondu aux normes internationales exigées pour le traitement de l'eau selon le test de l'expertise de la chaux (92% de pureté en CaO). Cette étude a permis de connaître d'autres oxydes qui accompagnent la chaux CaO tels que le SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, SO₂, K₂O et Na₂O et de déterminer la pureté de celle-ci. L'oxyde de calcium (CaO) est majoritaire et les autres oxydes sont minoritaires.

Mots clés : Chaux, production artisanale, sites, Luozi, traitement de l'eau.

Abstract

The aim of this work is to characterize the lime produced artisanally in the city of Luozi, that produced at the A28 laboratory of the Faculty of Sciences and technologies of the University of Kinshasa starting from limestone of Luozi, to determine of it the standard, quality in the water treatment, compared to the produced lime industrially used for the water treatment. Seven sites of Luozi producing lime artisanally are identified and of the physicochemical analyses methods like the diffraction of x-rays, the calcimetry and the chemical treatment are put at contribution for a physicochemical characterization of these limes produced artisanally, at the laboratory A28 and that produced industrially. Being the gravel bank-test, the seven sites of Luozi gave an average value of pH of 7,03 and the lime produced at the A28 laboratory and industrially gave pH of 7,30 and 7,25 respectively; the international standard required is to have a pH between 6,50 - 8,00. The diffraction of x-rays analyses of the powder with lime showed a content of CaO in the limestone rock of the various sites of Luozi with an average of 90,2%. Two of seven sites of Luozi (Matokin and Bimba) gave 94,0 % and lime 93,9% (CaO) and those produced at the A28 laboratory and industrially gave 95,2 % and 97,3%. These four samples met the international standards required for the water treatment according to the test of the expertise on lime (92% of purity in CaO).

This study made it possible to know other oxides which accompany lime CaO such as SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, SO₂, K₂O and Na₂O and to determine her purity. The calcium oxide (CaO) is in a majority and the other oxides are minority.

Keywords: Lime, artisanal production, sites, Luozi, production at the laboratory.

*Auteur correspondant: Daniel Nzau Samba, (danielsambanzau@gmail.com). Tél. : (+243) 858236818

 <https://orcid.org/0009-0002-9528-9734>; Reçu le 29/12/2025; Révisé le 23/01/2026 ; Accepté le 17/02/2026

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i1.231>

Copyright: ©2026 Samba et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC), l'un de pays riches en ressources naturelles, mais reste encore jusqu'à ce jour, un pays en voie de développement. La RDC mise sur le secteur minier, qui est l'un des secteurs stratégiques pourvoyeur des recettes de l'Etat, pour relancer la croissance et soutenir son économie, afin de réduire tant soit peu la pauvreté de ses populations (Feikeram, 2014).

La problématique de la préservation du patrimoine de la RDC, le sol, est un défi culturel et scientifique d'importance capitale voire stratégique étant donné que bon nombre de bâtiments dans la cité de Luozi et en RDC sont dans un état de dégradation très avancé. Cependant, le problème de badigeonnage des murs et autres, une question touchant le logement, demeure encore crucial, lié aux difficultés que connaissent les populations, de trouver des matériaux de construction durables et peu coûteux. Ce qui stimule les artisans de recourir aux matériaux locaux peu onéreux. La production artisanale de la chaux, s'avère donc être une solution efficace et idoine. Sachant que les réfections des enduits de façades et d'intérieur font partie des travaux les plus courants pour la restauration des bâtiments, il est important d'étudier la composition de ces enduits pour s'assurer de la complémentarité des propriétés des matériaux utilisés et d'une bonne interaction avec le support.

En effet, la chaux constitue un produit utilisé dans des murs des habitations dans le but surtout de stériliser les enceintes (Ramaramanana, 2016). On constate que depuis plus d'une décennie, les populations habitant Luozi utilisent le calcaire présent le long du fleuve Congo pour produire de la chaux CaO en exploitant des fours artisanaux sans maîtrise totale de la température. Cette production n'exige pas un important capital de fonds et la production se fait à petite échelle. Une parfaite connaissance de la nature des matériaux ayant servi à la construction d'un bon nombre d'anciens bâtiments dans la cité de Luozi s'avère nécessaire avant leur restauration pour améliorer leur qualité et assurer une bonne conservation. La chaux est un liant qui peut être soit aérien ou hydraulique voire un mélange de deux qui interagit avec le liant des agrégats qui ne sont pas cristallins. Comme la chaux est un bon liant, elle est une matière adhésive, susceptible d'agglomérer les

matériaux inertes par contact avec l'eau, sables, graviers et briques (Maropoulou et al, 2000 ; <http://www.la.chaux.NET>, 2011)

La cité de Luozi dispose d'une importante réserve en roche calcaire riche en calcite. Les artisans de cette contrée de Luozi s'efforcent de résoudre les problèmes liés à leur finance, sécurité, santé et environnement en produisant la chaux artisanalement, rivalisant ainsi avec l'industrie moderne de production de la chaux. Pour ces artisans, le recours aux matériaux locaux constitue une solution efficace et idoine. La technique artisanale consiste à fabriquer ou à mimer la chaux en partant de la roche calcaire, après cuisson à haute température avec du bois de chauffe dans un four à longue flamme jadis utilisé depuis l'antiquité. Ce modèle de four est encore utilisé à ce jour et fonctionne d'une manière intermittente. A la fin de la combustion, on dégage le four et on recommence l'opération. Dans toute l'Afrique depuis le Moyen âge, cette technique de cuisson a très peu évolué ; c'est un simple trou et lorsque la température de décarbonatation est atteinte, le four se stabilise et cela entre 630 °C et 650 °C, on obtient ainsi une quantité de poudre et on fait l'extinction à l'eau (Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées –201 1996, Bottero, 1971 ; Cittanova, 1970, Paama et al, 1998). Cette pratique utilisant les bois de chauffe entraîne le déboisement, contribuant ainsi au réchauffement climatique et à la pollution de l'atmosphère.

La chaux de Luozi pour bien la caractériser, il faut recourir à beaucoup de techniques telles que la DRX, la calcination, le traitement chimique et bien d'autres, permettant la détermination de sa composition (Alali et al, 2014 ; Vascholde et al 2015).

La caractérisation physico-chimique de la chaux produite artisanalement dans la cité de Luozi et celle produite au laboratoire A28, est donc essentielle pour évaluer leur performance et son adéquation à diverses applications. Dans cette optique, la présente étude vise à déterminer la composition des différentes chaux produites artisanalement dans la cité de Luozi et au laboratoire A28 pour une éventuelle utilisation dans le traitement de l'eau.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériels

Sept types d'échantillons de la chaux sont collectés sur terrain avec géolocalisation des différents sites à la température ambiante de 25°C déjà

conditionnée. La roche calcaire est prélevée au niveau du site PRISON pour la production de la chaux à l'échelle de laboratoire.

Géolocalisation des sites de prélèvement de Luozi de la chaux conditionnée ainsi que d'un échantillon de roche calcaire.

- Site KIPLE: altitude – 494472 S-4° 56' 4101612'', long 14.139080 E14° 8'20688''
- Site TRESOR: altitude –4942653 S-4° 56' 33.55188'', long 14.139840 E14° 8'23424''
- Site BIMBA: altitude – 4945753 S-4° 56' 4471188'', long 14.1316275 E14° 8'1059''
- Site PRISON: altitude – 4944843 S-4° 56' 4143588'', long 14.1377375 E14° 8'1585212''
- Site BUABUBUABU: altitude –4841420 S-4° 56' 29112'', long 14.138538 E14° 8'1873788''
- Site ORLIN: altitude –49448 S-4° 56' 4112998'', long 14.1396460 E14° 8'11.155988''
- Site MATOKIN: altitude –4941182 S-4° 56' 2829012'', long 14.132585 E14° 7'57306''

2.2. Echantillons

Les échantillons sont prélevés en quantité sur la partie affleurant du gisement, servant de matière première pour la fabrication artisanale de la chaux.

L'échantillonnage étudié est composé de 7 échantillons de la chaux provenant de 7 sites différents de la cité de Luozi avec deux échantillons témoin, produits au laboratoire A28 et industriellement en provenance de la Santarém Portugal calcidrata.pt et de Gedlek koyu Acmalar Mevkii Orhangazi Kar group ISTIRAKIDIR.CL 90. Les chaux produites, sont étudiées au travers des analyses physico-chimiques. La diffraction des rayons x (DRX) est l'outil le mieux adapté, le traitement des échantillons est opéré par un Spectromètre .doc rayon X de type SOP for ARL 9900 séries thermo science XDR INSIDE (PEYRUCHET, 2012 ; ILHAM KIRM 2020).

2.3. Protocole expérimental

Les échantillons sont traités avec la méthode dite « poudres ». Le matériau réduit en une fine poudre est irradié par un faisceau de rayon X monochromatique. Au cours de premières expériences, sept échantillons de 7 sites de Luozi et 2 échantillons témoins de la poudre à chaux industrielle et celle produite au laboratoire A28, sont prélevés et irradiés.

Pour réaliser l'expertise de la chaux, on a utilisé les matériels de laboratoire (four Nabertherm, more than heat 30-3000°C) et les produits tels que la chaux hydratée, l'eau distillée, la phénolphtaléine et HCl 1N.

Pour la chaux produite au laboratoire, le four est porté à 900°C et cela pendant deux heures.

S'agissant du Jar- test (demande en chaux), on a recouru aux matériels et appareils de laboratoire, pH-mètre de marque HANNA, comparateur de couleur, turbidimètre de marque HANNA, flocculateur, agitateur magnétique et les produits suivants chaux hydratée, l'eau distillée, bleu de bromothymol et l'eau filtrée (brute) (AGAR, 1982).

2.4. Méthodes

2.4.1. Méthode chimique

La chaux provient du calcaire d'origine chimique des fossiles (débris de coquilles, de squelettes d'organismes coloniaux...) et renferme également une quantité moins importante de matériau terrigène (sable ou argile), ce qui a permis de faire une analyse par traitement chimique et par diffraction de rayons X (DRX).

Les analyses chimiques sont réalisées aux laboratoires A28, C4 et C6 de la faculté des sciences et technologies de l'Université de Kinshasa (Kinshasa/RDC) pour déterminer la qualité, Jar-test pour vérifier la clarification de l'eau, afin de déterminer : la couleur, l'odeur, la solubilité, le pH et la réactivité.

L'analyse par DRX est réalisée grâce à un diffractomètre de rayon X de type SOP for ARL 9900 Spectromètre. On pèse 10g de la chaux artisanale, produite au laboratoire ou industrielle qu'on associe avec les pills (3 comprimés) qu'on broie pendant 110 secondes pour former la presse, l'échantillon prêt à être analysé pendant 2 minutes.

3. Résultats

3.1 Présentation des résultats

Tableau I. Propriétés physico-chimiques de chaux : chaux de Luozi, chaux de Madagascar, chaux industrielle et chaux produite au laboratoire A28

	Chaux produite industriellement (importée)	Chaux produite artisanalement Madagascar	Chaux produite artisanalement Luozi	Chaux produite au laboratoire
Nom	Chaux hydratée	Hydroxyde de calcium	Chaux hydratée	Chaux hydratée
Formule chimique	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n$	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n$
Aspect	Poudre blanche	Poudre blanche	Poudre blanche	Poudre blanche
Odeur	Sans odeur	Sans odeur	Sans odeur	Sans odeur
Inflammabilité	Non inflammable	Non inflammable	Non inflammable	Non inflammable
Solubilité dans l'eau	Très soluble	Très soluble	Très soluble	Très soluble
pH à 25°C	12,0 dans l'eau	12,4 en solution saturée	11,2 dans l'eau	12,1 dans l'eau
Réactivité	Mieux avec le HCl à 37%	Mieux avec le HCl, réaction exothermique	Mieux avec le HCl à 37%	Mieux avec le HCl 37%

Tableau II. Test de qualité de chaux de 7 sites de Luozi, de la chaux produite au laboratoire A28 et de la chaux industrielle

Sites	Masse de la chaux en gramme/ 7 sites, une poudre industrielle et une poudre de laboratoire	Volume en mL de HCl 0,1N	Résultats en% m et v de l'expertise de la chaux
Prison	1,31	25,6	72,72
Bimba	1,31	25,0	70,94
Matokin	1,30	25,5	72,72
Trésor	1,30	23,0	64,33
Orlin	1,30	20,0	56,66
Kiple	1,31	25,6	72,72
Buabubuabu	1,30	23,0	64,33
Poudre laboratoire	1,30	25,5	73,02
Poudre industrielle	1,30	25,6	74,09

Tableau III. JAR – TEST

Sites	Volumes moyens en mL de l'eau filtrée des différents essais	P ^H moyen de 7 sites, poudre de laboratoire et poudre industrielle
Prison	15	6,80
Bimba	15	7,11
Matokin	25	7,30
Trésor	20	7,00
Orlin	30	7,11
Kiple	15	6,80
Buabubuabu	30	7,11
Poudre laboratoire	25	7,30
Poudre industrielle	35	7,25

JAR – TEST ou demande en chaux, c'est la quantité de la chaux qu'il faut pour déterminer le pH de l'eau : la norme internationale est de 6,5 à 8 comme valeur de pH.

Tableau IV. Pourcentage d'oxyde de fer III et granulométrie de 7 sites de Luozi, poudre de laboratoire et poudre industrielle (norme : 0,5% maximum).

Sites	Oxyde de fer III : % moyen	Granulométrie (micron de tamis)
Prison	0,39	35,8
Bimba	0,32	41,2
Matokin	0,24	29,0
Trésor	0,56	34,3
Orlin	0,57	38,8
Kiple	0,36	38,9
Buabubuabu	0,57	39,2
Poudre laboratoire	0,13	32,5
Poudre industrielle	0,10	31,3

Tableau V. Résultats de DRX sur la composition de lapoudre de 7 sites de Luozi, la poudre de laboratoire et la poudre industrielle (Norme : 92% en CaO)

Echantillons %	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	% CaO
Prison	55,50	3,18	1,71	0,47	0,24	0,05	0,24	0,07	90,3%
Bimba	54,13	1,89	0,65	0,33	0,13	0,29	0,18	0,04	93,9%
Matokin	58,16	1,98	1,11	0,25	0,15	0,03	0,12	0,06	94,0%
Trésor	54,95	2,78	1,39	0,43	0,22	0,17	0,62	0,09	90,6%
Orlin	53,87	4,96	1,77	0,77	0,35	0,67	0,57	0,05	85,5%
Kiple	55,74	3,03	1,77	0,41	0,20	0,01	0,19	0,06	90,8%
Buabubuabu	53,92	4,98	1,17	0,78	0,39	0,67	0,57	0,05	86,2%
Poudre laboratoire	60,24	1,83	0,68	0,23	0,09	0,08	0,06	0,04	95,2%
Poudre industrielle	60,82	0,84	0,55	0,16	0,06	0,03	0,03	0,02	97,3%

Tableau VI. Teneur en CaO (la norme est de 92%)

1er site	2ème site	3ème site	4ème site	5ème site	6ème site	7ème site	8ème	9ème
Prison	Bimba	Matokin	Trésor	Orlin	Kiple	Buabubuabu	Poudre laboratoire	Poudre industrielle
90,3 %	93,9%	94,0%	90,6%	85,5%	90,8%	86,2%	95,2%	97,3%

3.2. Analyse des résultats

Les résultats des analyses DRX ont montré qu'il n'y a pas une grande différence entre la chaux de Luozi (7 sites) et celles produites au laboratoire A28 et industriellement, utilisée pour le traitement de l'eau. Cette analyse a permis aussi de classer la chaux à partir de l'indice l'hydraulicité L. L est faible s'il varie de 0 à 10, et L est grand s'il varie de 10 à 30.

Les résultats obtenus du test de l'expertise de chaux de 7 sites de Luozi montrent que celles-ci ne s'écartent pas de la chaux produite au laboratoire et celle industrielle (tableau II). Ces résultats de l'expertise de la chaux montrent que la chaux industrielle vient en premier position avec 74,09% suivi de la chaux produite au laboratoire avec 73,02% ainsi que les 7 sites de Luozi dont 3 avec 72,72%, un avec 70,94%, deux avec 64, 33% et un avec 56,66% (tableau II).

Il se dégage qu'un site de Luozi (Matokin) a donné une même valeur de PH (7,30) que la chaux produite au laboratoire, valeur de pH plus élevée que celle de la chaux industrielle (7,25), les six autres sites de Luozi ayant donné des pH plus faibles que celui de la chaux produite industriellement (tableau III). Toutes les valeurs de pH sont dans les normes.

Les pourcentages en oxyde de fer III de tous les 7 sites de Luozi sont plus élevés que ceux de la chaux de laboratoire et industrielle. Tous ces pourcentages

en oxydes de fer III sont dans les normes ([tableaux IV et V](#)). De même pour la granulométrie en % tamis de 90 micron pour les 7 sites de Luozi, les valeurs trouvées sont dans la fourchette de 90.

Des résultats de DRX, il ressort du [tableau V](#) que la poudre industrielle a la valeur de 60,82g en CaO, la poudre de laboratoire a la valeur de 60,24g en CaO et les 7 sites de Luozi ont des valeurs en CaO comprises entre 53,8 g et 58,16 g. Ces résultats de DRX ont permis de déterminer la teneur en CaO à partir de la formule de l'indice d'hydraulicité. Les résultats d'analyse montrent que la poudre industrielle a 97,3%, suivi de la poudre de laboratoire 95,2%, de deux sites de Luozi avec 94,0% et 93,9% (Matokin et Bimba), trois sites avec 90,8% ; 90,6% et 90,3% (Kiple, Trésor et Prison) et enfin deux autres avec 86,2% et 85,5% (Buabubuabu et Orlin). La chaux laboratoire et la chaux artisanale de deux sites de Luozi (Matokin et Bimba) répondent à la norme de 92% ([tableaux V et VI](#)).

Cette analyse est réalisée avec sept échantillons de la chaux de la cité de Luozi, un échantillon de chaux produit au laboratoire et un échantillon de chaux préparé industriellement. L'analyse des résultats de DRX montre que la poudre est constituée essentiellement de l'oxyde de calcium CaO comme composé majeur, suivi de SiO₂ et MgO. Cependant, on note la présence d'autres oxydes en traces sous forme de Al₂O₃, Fe₂O₃, SO₃, K₂O et Na₂O.

Après analyse des résultats, les chaux de la cité de Luozi sont aériennes.

Les résultats de cette étude ont permis de caractériser les chaux produites artisanalement dans la cité de Luozi, la chaux produite au laboratoire et celle produite industriellement.

4. Conclusion

Cette étude s'est focalisée sur la caractérisation de chaux produites artisanalement dans la cité de Luozi et celles produites au laboratoire et industriellement. Les résultats de DRX obtenus ont permis de déterminer la composition minéralogique et chimique de chaux produites dans la cité de Luozi et au laboratoire comparativement à celle produite industriellement. Les résultats obtenus ont montré que certaines chaux de Luozi et la chaux de laboratoire ont des caractéristiques qui recoupent celles de la chaux produite industriellement, utilisée dans le traitement de l'eau.

Remerciements

L'assistant Daniel Samba Nzau, tient à remercier son équipe d'encadrement pour sa contribution majeure aux analyses de chaux de différents sites de Luozi et celles industrielle et produite au laboratoire A28 (faculté des sciences et Technologies de l'Université de Kinshasa).

Financement

Cette recherche n'a reçu aucun financement extérieur.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Considérations éthiques

Cette étude est strictement pratique. Par conséquent, aucune approbation d'un comité d'éthique n'était nécessaire, conformément aux normes internationales de publication scientifique.

ORCID des Auteurs

Samba D.N.: <https://orcid.org/0009-0002-9528-9734>

Ekoko G.B. : <https://orcid.org/0009-0003-1523-1741>

Disansukidi J.G.M.: <https://orcid.org/0009-0000-6345-303X>

Kuenda D.M. : <https://orcid.org/0009-0004-5486-3116>

Lukuama D.N. : <https://orcid.org/0000-0003-2582-4156>

Mbanga J.A.L.: <https://orcid.org/0009-0001-5633-8591>

Contribution des Auteurs

D.N. S.: Concepteur initial du sujet. Analyse de la chaux dans différents laboratoires. Détermination des paramètres physico-chimiques de différentes chaux. Collecte, synthèse et interprétation de la littérature scientifique sur la chaux. Rédaction du manuscrit original (première version).

G.B. E.: Coordination de l'équipe, révision et lecture de la version finale, approbation avant soumission. Validation finale du texte proposé. Superviseur scientifique du travail.

J.G.D.M. : Contribution à la géolocalisation des sites d'exploitation de la chaux et collectes des échantillons

D.M. K.: Relecture critique du texte et amélioration de la présentation de tableaux. Contribution à l'intégration de graphiques.

D.N. L.: Apport sur le renforcement méthodologique et analytique. Contribution à l'élargissement de l'échantillonnage pour une meilleure représentativité. Contribution sur le calibrage et validation de méthodes analytiques employées.

J.A.L. M.: Encadrement et correction du texte, amélioration du style, révision du contenu substantiel du manuscrit. Contribution majeure à l'intégration des tableaux et interprétation des résultats, ainsi que la relecture critique et rigoureux du manuscrit.

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit et acceptent d'en assumer la responsabilité scientifique.

Références bibliographiques

- AGAR, *Réalisation de l'Association Géologique d'Alès et de sa Région*, le Calcaire (1982). (e)
- ALALI F., M. MONSIF, N. IDREISSIKANDIR, A. ZEROUALE. (2014). Caractérisation Physico-Chimique des Enduits Anciens et de Restauration de la Muraille(AlMoahades) Bab chaâfa de la Médina de salé : Etude comparative. ISSN 2028-2508 CODEN JMESC MPE14, MAROC.
- BOTERRO, A. (1971). «*Etude des propriétés mécaniques des Matériaux Argileux en fonction de leurs propriétés physico-chimiques*. [Thèse de doctorat de l'université de Grenoble].
- BULLETIN des laboratoires des ponts et chaussées – 201, NIT 400095 (1996).
- CITTANOVA, JP « *physico- chimie appliqué aux argiles ; contribution à leur étude mécanique*. (1970). [Thèse de l'université de Grenoble].
- FEIKERAM T. (2014). Projet de fabrication de la chaux à base du calcaire RCA ministère des mines, de l'énergie et des hydrocarbures.
- [http:// www, la chaux, NET](http://www.la-chaux.NET) (2011).
- ILHAM KIRM. (2020). *Eléments de Chimie Instrumentale*
- MAROPOULU .A, BAKOLAS. A., BISBIKOU K., J. (2000). *Cult. Herit. I*
- PAAMA.L., PITKASNEN.I., ROMKKOMAKI.H., PERAMAKI.P. (1998). *Thermochimie. Acta*, 320(1-2)
- PEYRUCHET Georges. (2012). Four à chaux/Avenue Adrien Hébrard /65400 Ar gelés –Gazost
- RAMARAMANANA, F. & Ange M. (2016). Contribution à l'étude de la production de la chaux à l'échelle artisanale : cas d'un four intermittent mémoire de l'université d'Antananarivo
- VASCHOLDE, C.P. (2015). Brombet avec la coll. de St. Buttner. Caractériser les types de chaux issus des fours à chaux apports de la diffraction aux rayons X et nouveau protocole de prélèvement, AIX*, Université de Marseille, C.CRP