

ARGILES UTILISÉES DANS LA CURATION DE DIVERSES AFFECTIONS EN CÔTE D'IVOIRE : ÉTUDE DE L'EFFET ANTIBACTÉRIEN

Lébé Prisca Marie-Sandrine KOUAKOU¹, Yao Jonas ANDJI-YAPI^{1*},
Julien COULIBALY-KALPY² et Kougoman Emmanuel COULIBALY²

¹ Laboratoire de Chimie des Matériaux Inorganiques, UFR SSMT, Université
Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 ABIDJAN 22, Côte d'Ivoire

² Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, 01 BP 490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

*Correspondance, e-mail : jonasandji@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Ce présent article vise à évaluer l'activité antibactérienne de quatre argiles (AK1, AK2, UB1 et UB2) de composition différentes utilisées dans la curation de différentes affections en Côte d'Ivoire. Ainsi, des tests de sensibilité microbienne ont été réalisés sur *Escherichia coli* ATCC 25922, sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Les résultats obtenus montrent que UB2 est bactéricide pour *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Escherichia Coli* ATCC 25922 et inhibe faiblement la croissance de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. AK1, AK2 et UB1 en revanche promeuvent la croissance d'*Escherichia Coli* ATCC 25922 et de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et inhibent fortement la croissance de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Il ressort donc de cette étude que l'activité antibactérienne de ces argiles curatives dépend non seulement de leur composition mais aussi du type de bactérie testée.

Mots-clés : argiles, santé, bactéries, activité antibactérienne.

ABSTRACT

Clay used to treat different affections in Ivory Coast: study of their antibacterial effect

The present article aims to estimate the antibacterial effect of four clays (AK1, AK2, UB1 and UB2) with different composition that are used to heal different disease in Ivory Coast.

So, microbial susceptibility tests have been realized on *Escherichia coli* ATCC 25922, on *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and on *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Obtained results show that UB2 is bactericidal for *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 and *Escherichia Coli* ATCC 25922 and inhibits weakly *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 growth. On the other hand, AK1, AK2 and UB1 promote *Escherichia Coli* ATCC 25922 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 growth and inhibits strongly *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 growth. This study shows that the antibacterial activity of these curative clays depends on both their composition and also on the tested bacteria.

Keywords : *clays, health, bacteria, antibacterial activity.*

I - INTRODUCTION

Les minéraux argileux sont utilisés à des fins thérapeutiques depuis la préhistoire [1-3]. Plusieurs études rapportent en effet, l'utilisation de ceux-ci comme protecteurs gastro-intestinaux, laxatifs, anti-diarrhéiques et comme protecteurs dermatologiques [4-7]. En Afrique et particulièrement en Côte d'Ivoire, l'utilisation des argiles prend une importance particulière du fait des résultats obtenus et du faible coût du traitement. Aussi, afin d'évaluer l'activité antibactérienne des argiles curatives utilisées, des tests de toxicité de celles-ci ont été réalisés sur des souches pathogènes.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Echantillons étudiés

Les matériaux de la présente étude sont quatre argiles référencées AK1, AK2, UB1 et UB2. AK1 et AK2 ont fait l'objet d'une caractérisation physicochimique et minéralogique par Kouakou et collaborateurs [8]. Les résultats obtenus sont consignés dans le **Tableau 1**. UB1 et UB2 ont également fait l'objet d'une caractérisation physicochimique et minéralogique. Le calcul de la minéralogie quantitative à partir de la méthode de Yvon et collaborateurs [9] a donné les résultats suivants (**Tableau 1**):

Tableau 1 : Composition minéralogique (%) des matériaux argileux

Ech.	Ka	Qz	Verm.	Go	Illite	Mont.	Cal.	Feld	Total
AK1	22,6	41,1	0	0	18,1	6,5	0	0	88,3
AK2	43	26,2	0	12,1	13,4	0	0	0	94,7
UB1	0	30	11	0	31,5	0	18	0	90,5
UB2	0	5,5	0	0	5,6	20,5	0	49	80,6

Mont=montmorillonite, Ka=kaolinite, Qz=quartz, Cal=calcite, Feld=feldspath,
Verm=vermiculite, Go=Goethite

II-2. Souches bactériennes testées

Les souches testées sont deux bactéries à gram négatif *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et une bactérie à gram positif *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 rencontrées aussi bien dans les infections gastro-intestinales que dans les infections de la peau [10].

II-3. Tests de sensibilité microbienne

Trois suspensions bactériennes contenant respectivement des souches d'*Escherichia coli* ATCC 25922, de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 de densité 10^6 UFC/mL à l'échelle de Mc Farland ont été préparées. Les argiles (7g) préalablement stérilisées à l'autoclave à 121°C ont été mélangées à 10ml de chacune des suspensions. Les tubes de mélange ainsi obtenus ont été incubés après homogénéisation à 37°C pendant 24h. Des dilutions successives jusqu'à 10^{-10} dans du bouillon Tryptone Sel (TS) ont été réalisées après incubation pendant 24h. Un dénombrement de colonies viables a été réalisé et le taux de survie (Tsv) calculé à partir de la formule de Kra [11].

III - RÉSULTATS

III-1. Tests de sensibilité microbienne

Les résultats de l'activité antibactérienne des argiles AK1, AK2, UB1 et UB2 sur *Escherichia coli* ATCC 25922 sont présentés à la **Figure 1**.

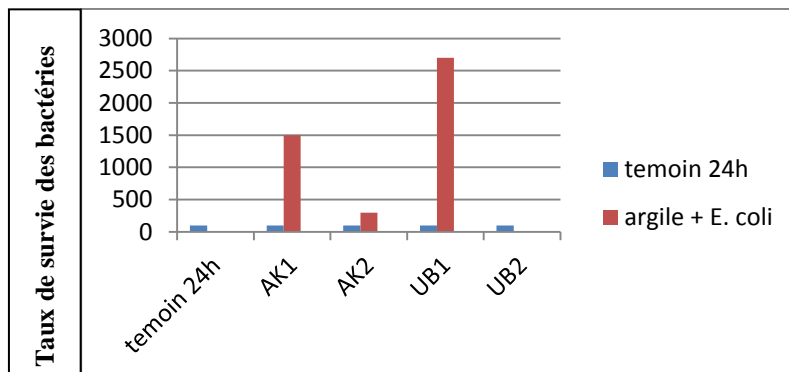


Figure 1 : Effet des argiles sur la croissance d'*Escherichia coli* après 24h d'incubation

On observe que seul UB2 a une activité inhibitrice avec un taux de survie nul de la bactérie indiquant un effet bactéricide de cette argile. Les autres argiles AK1, AK2 et UB1 en revanche, stimulent la croissance bactérienne. Notons cependant que la croissance de la bactérie dans UB1 est la plus forte. Viens ensuite AK1 et enfin AK2 qui est de loin la plus faible. Les résultats de l'activité antibactérienne des argiles AK1, AK2, UB1 et UB2 sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 sont présentés à la **Figure 2**.

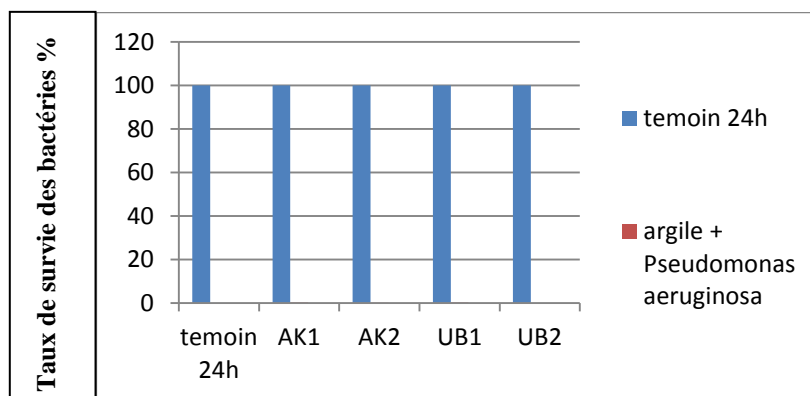


Figure 2 : Effet des argiles sur la croissance de *Pseudomonas aeruginosa* après 24h d'incubation

On observe que toutes les argiles possèdent une activité inhibitrice sur cette bactérie. Les taux de survie sont identiques et très faibles (0,21 % pour AK1, 0,15 % pour AK2 et 0,3 % pour UB1) et nul pour UB2. Les résultats de l'activité antibactérienne des argiles AK1, AK2, UB1 et UB2 sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 sont présentés à la **Figure 3**.

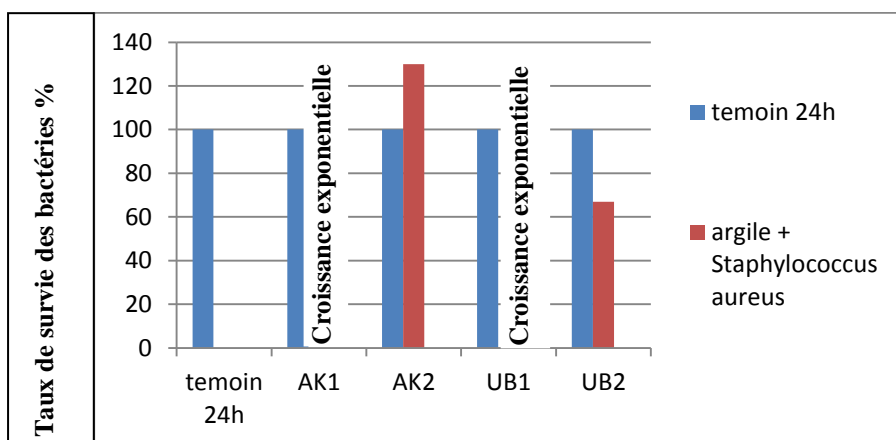


Figure 3 : Effet des argiles sur la croissance de *Staphylococcus aureus* après 24h d'incubation

Les argiles AK1, AK2 et UB1 promeuvent la croissance de la bactérie avec un taux de survie au-delà de 100%. Cependant, la croissance bactérienne dans UB2 est faiblement ralentie avec un taux de survie de 67%.

IV - DISCUSSION

Des essais menés, il ressort que UB2 a une action bactéricide sur *Escherichia coli* ATCC 25922 et sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et ralentit faiblement la croissance de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Cette activité de UB2 pourrait s'expliquer par l'effet combiné de la forte teneur en montmorillonite (20,5%) et en arsenic (83,58 ppm) [12] dans cette argile. En effet, la montmorillonite par son pouvoir absorbant élevé séquestrerait des nutriments tels que le Ca^{2+} et le K^{+} essentiels à la croissance de la bactérie [13]. De plus, celle-ci par son caractère hydrophile pourrait induire une diminution de la quantité en eau du milieu qui est défavorable au développement des bactéries. [1, 6, 7, 10, 14].

En ce qui concerne la quantité d'arsenic, elle apparaît élevée dans UB2 ce qui serait toxique pour les microorganismes [15-19]. Le faible effet inhibiteur de UB2 sur la croissance de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 pourrait être dû au fait que seule cette bactérie est à gram positif. En effet, la paroi des bactéries à gram positif est plus épaisse que celle des bactéries à gram négatif, ce qui laisse supposer qu'elle est plus difficilement altérable par l'argile.

En présence de AK1, AK2 et UB1, les essais montrent un ralentissement prononcé de la croissance de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et une stimulation de la croissance de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et d'*Escherichia coli* ATCC 25922. Sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, la forte inhibition de croissance constatée proviendrait de la présence d'illite, de montmorillonite et de kaolinite. En effet, l'action combinée de ces minéraux pourrait induire une diminution de la quantité en eau du milieu, défavorable au développement de la bactérie [2, 7]. De plus, la teneur élevée en fer dans ces échantillons (8,47% dans AK1, 10,85 % dans AK2, 5,41 % dans UB1) [8, 12] pourrait induire la production de radicaux hydroxyyles [13] par la réaction de fenton ce qui altérerait les cellules bactériennes [13, 14; 20-23].

Notons dans UB1, la présence de calcite qui pourrait entraîner une élévation du pH du milieu de vie de la bactérie et par conséquent inhiber l'activité enzymatique de celle-ci [24]. La croissance améliorée d'*Escherichia coli* ATCC 25922 et de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 constatée en présence de AK1, AK2 et UB1 serait due à la présence de la kaolinite, de la montmorillonite et de l'illite dans ces argiles. En effet, ces minéraux dans certaines conditions pourraient favoriser l'assimilation d'acétate dont l'énergie de dégradation favorise la croissance bactérienne [13, 14; 25-29].

V - CONCLUSION

De ces travaux, il ressort que toutes les argiles testées possèdent une activité antibactérienne. Mais, cette activité dépend du type d'argile et du type de bactérie rendant ainsi complexe le mécanisme d'action de ces argiles comme l'a déjà observé Courvoisier et collaborateurs [26].

REMERCIEMENTS

Les Auteurs expriment leur gratitude au Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES) pour son appui financier. Ils sont également reconnaissants à l'institut Pasteur de Côte d'Ivoire pour sa contribution inestimable à ce travail.

RÉFÉRENCES

- [1] – M. I. CARRETERO, M. POZO.: Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries Part II. *Active ingredients. Applied Clay Science*, 47 (2010) 171–181.
- [2] – M. I. CARRETERO, Manuel POZO: Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical industry Part I. *Excipients and medical applications. Applied Clay Science*, 46 (2009) 73–80.
- [3] - C.S.F. GOMES, Silva J.B PEREIRA: Minerals and Human Health. Benefits and Risks. (Os Minerais e a Saúde Humana. Benefícios e Riscos) (in English and Portuguese). Centro de Investigação “Minerais Industriais e Argilas”, Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, Portugal (2006) 142 pp.
- [4] - S.C. Silva PAULO, Sônia M.B. OLIVEIRA, Luciana FARIAS , Déborah I.T. FÁVARO , Barbara P. MAZZILLI : Chemical and radiological characterization of clay minerals used in pharmaceuticals and cosmetics. *Applied Clay Science*, 52 (2011) 145–149.
- [5] - C. VISERAS, C. AGUZZI., P. CERESO, A LOPEZ-GALINDO: Uses of clay minerals in semisolid health care and therapeutic products. *Applied Clay Science*, 36 (2007) 37–50.
- [6] - J. CHOY, S. CHOI, J OH, T. PARK: Clay minerals and layered double hydroxides for novel biological applications. *Applied Clay Science*, 36 (2007) 122–132.
- [7] - M. I. CARRETERO Clay minerals and their beneficial effects upon human health: a review. *Applied Clay Science*, 21 (2002) 155–163.
- [8] - L. P. M-S KOUAKOU, Y. J. Y ANDJI et Y COULIBALY.: Mineralogy, geochemistry of clay raw material from Ivory Coast (West Africa) used as pharmaceutical products. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 34 (2012) 38- 44.
- [9] - J. YVON, P. GARIN, J.F. DELON., J.M. CASES: valorisation des argiles kaolinitiques des charentes dans le caoutchouc naturel. *Bulletin de Minéralogie*, 105 (1982) 431–437.
- [10] - A. Shehab LAFI and Mohammed R. AL-DULAIMY: Antibacterial Effect of some Mineral Clays *In Vitro. Egypt. Acad. J. biolog. Sci.*, 3(1) (2011) 75- 81.
- [11] - A. M KRA: Evaluation et amélioration par séquençage chromatographique d’une action antifongique de MISCA contre *Aspergillus fumigatus*. Thèse de doctorat de 3ème cycle. Biochimie, Microbiologie. Université de Cocody, UFR. Biosciences. Abidjan, Côte d’Ivoire (2001) 124p

- [12] - N.C. AMIN., Y.Y.J ANDJI, M AKÉ, S.F YOLOU., Abba A TOURÉ, Gabrielle KRA: Minéralogie et physicochimie d'argiles de traitement de l'ulcère de Buruli en Cote d'Ivoire. *J. sci. pharm. biol.*, Vol.10, n°1 (2009) 21-30.
- [13] - Lynda B WILLIAMS., Shelley E. HAYDEL, Rossman F. GIESE JR. et Dennis D. EBERL: Chemical and mineralogical characteristics of French green clays used for healing. *Clays and Clay Minerals*, Vol. 56, No. 4 (2008) 437–452.
- [14] - S.E. HAYDEL., C.M. REMINEH. and L.B WILLIAMS: Broad-spectrum in vitro antibacterial activities of clay minerals against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant bacterial pathogens. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 61 (2) (2008) 353–361.
- [15] - Claire FERRET: Rôle des Pseudomonas fluorescents dans la biodisponibilité des métaux contaminant les minéraux du sol : application à la phytoremédiation .Thèse de Doctorat de l'université de Strasbourg (2012).
- [16] - Salah HABI: Etude de la Métallo-résistance et de l'Halo-tolérance des Entérobactéries Isolées des Eaux de Surface de la Région de Sétif. Doctorat d'État en sciences de la nature et de la vie (2010).
- [17] - US Pharmacopoeia 29-NF 24: United States Pharmacopoeial Convention (2006).
- [18] - European Pharmacopoeia, 4th Edition: European Pharmacopoeia Convention, Strasbourg, France (2002).
- [19] - K. E GILLER, E. WITTER and S. P. MCGRATH: Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biol. Biochem.*, 30 (1998) 1389–1414.
- [20] - Schoonen MAA, CA COHN, E. ROEMER, R. LAFFERS, SR. SIMON, T O'RIORDAN: Mineral-induced formation of reactive oxygen species. In: Sahai N, Schoonen MAA, editors. *Medical Mineralogy and Geochemistry. Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, 64 (2006) pp. 179–221.
- [21] - C.A.COHN, S. MUELLER, E. WIMMER, N. LEIFER, S. GREENBAUM, D.E STRONGIN, and M.A.A. SCHOONEN: Pyrite induced hydroxyl radical formation and its effect on nucleic acids. *Geochemical Transactions* 7 (3) (2006) 11p.
- [22] - MA. KOHANSKI, DJ. DWYER, B. HAYETE, CA. LAWRENCE, JJ. COLLINS: A common mechanism of cellular death induced by bactericidal antibiotics. *Cell*, 130 (2007) 797–810.
- [23] - H.J.H FENTON: Oxidation of tartaric acid in the presence or iron. *Journal of the Chemical Society*, 65 (1894) 899-910.
- [24] - Estrela, C., Sydney, G.B., Bammann, L.L., and Felipe Jr., O.: Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Brazilian Dental Journal*, 6 (1995) 85-90.

- [25] - Brennan Fiona P., Emma Moynihan, Bryan S. Griffiths, Stephen Hillier, Jason Owen, Helen Pendlowski, Lisa M. Avery: Clay mineral type effect on bacterial enteropathogen survival in soil. *Science of the Total Environment*, 468–469 (2014) 302–305.
- [26] - Courvoisier Elise et Sam Dukan: Improvement of *Escherichia coli* growth by kaolinite. *Applied Clay Science*, 44 (2009) 67–70.
- [27] - Chaerun S.K., Tazaki K., Asada R., Kogure K.: Interaction between clay minerals and hydrocarbon-utilizing indigenous microorganisms in high concentrations of heavy oil: implications for bioremediation. *Clay Minerals*, 40 (2005) 105–114.
- [28] - England LS, Lee H, Trevors JT.: Bacterial survival in soil: effect of clays and protozoa. *Soil Biol Biochem*, 25 (1993) 525–531.
- [29] - Stotzky, G., Rem, L.T.: Influence of clay minerals on microorganisms. I. Montmorillonite and kaolinite on bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 12 (1966) 547–563.