

Influence de la température de cuisson sur les propriétés thermo-hydro-mécaniques d'une brique en terre cuite

Tiendrebeogo Eloi Salmwendé^{1,2*}, Guy Christian Tubreoumya², Zerbo Désiré², Zakaria Guene², Alfa Oumar Dissa²

¹Ecole Normale Supérieure (ENS), BP :1757, Koudougou 01, Burkina Faso ;

²Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement (LPCE), Université Joseph KI-ZERBO, BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

Corresponding author e-mail : tiendrebeogoeloi@yahoo.fr

ABSTRACT

INFOS SUR L'ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le : 10 avril 2024

Reçu en format révisé le : 17 novembre 2025

Accepté le : 17 novembre 2025

Mots-Clés : Caractérisation ; Brique de terre Cuite ; Température ; Propriétés

This work focuses on the characterization of a clay-based terracotta brick extracted in Kounda, south-central region, Burkina Faso. The aim was to evaluate the influence of the firing temperature of a terracotta brick on the geotechnical and physical properties. Characterization according to current standards of parameters such as : particle size ; the natural water content of around 6.6 % ; porosity; Atterberg limits were carried out for the classification of the material studied. It appears from these tests that during the cooking period, the material becomes more porous by 27 to 34%, fragile at times. The liquidity limit and the plasticity limit are respectively of the order of 40% and 20%, giving a plasticity index of 20%. The latter made it possible to classify the present material among moderately plastic inorganic clays and at the limit of swelling according to the Casagrande diagram. The compression and simple tensile test results obtained during this experimental phase vary respectively from 4 to 18.8 MPa and from 0.23 to 0.78 MPa for the different samples depending on the cooking temperature. The maximum values of the parameter characteristics are obtained at a temperature of around 800°C. At this temperature, the material becomes less porous and solid. This type of material can be used for the construction of high temperature ovens or dryers.

RESUME

Ce travail présente la caractérisation d'une brique de terre cuite à base argileuse extraite à Kounda, région du centre sud, Burkina Faso. Il s'agissait d'évaluer l'influence de la température de cuisson sur le comportement géotechnique et physique de l'échantillon du matériau considéré. La caractérisation selon les normes en vigueur des paramètres tels que : la granulométrie ; la teneur en eau naturelle de l'ordre de 6,6 % ; la porosité ; les limites d'Atterberg a été effectuée pour la classification du matériau étudié. Il ressort de ces essais que pendant la période de la cuisson, le matériau devient davantage poreux de 27 à 34 %, fragile par moment. La limite de liquidité et la limite de plasticité sont respectivement de l'ordre de 40% et de 20 % donnant un indice de plasticité de 20 %. Ces dernières ont permis de classer le présent matériau parmi des argiles inorganiques moyennement plastiques et à la limite du gonflement selon le diagramme de Cassagrande. Les résultats d'essai à la compression et à la traction simple obtenus pendant cette phase expérimentale varient respectivement de 4 à 18,8 MPa et de 0,23 à 0,78 MPa pour les différents échantillons en fonction de la température de cuisson. Les valeurs maximales des caractéristiques des paramètres sont obtenues à une température de l'ordre de 800 °C. A cette température, le matériau devient moins poreux et solide. Ce type de matériau peut être utilisé pour la construction des fours ou des séchoirs à haute température.

I. INTRODUCTION

En Afrique comme ailleurs dans le monde, plusieurs matériaux interviennent dans la construction des bâtiments notamment l'argile. Des études se sont intéressées particulièrement aux briques ayant une composante essentielle dans les bâtiments, comme celle de la terre cuite (Soumia Rahmani et al., 2022 ; S Ushaa et al., 2016). Des investigations dans la production et l'amélioration des performances thermiques et mécaniques en passant par la cuisson pour s'offrir un confort et une garantir sécurité dans les bâtiments sont menées. La cuisson de l'argile date du néolithique et de l'apparition de poterie. Toutefois, il faut attendre le quatrième millénaire pour que la terre cuite fasse son apparition en architecture. Au Burkina Faso, pays enclavé

disposant de ressources limitées et soumis à des conditions climatiques extrêmes, les habitations sont pour la plupart construites à partir de matériaux locaux (Zoma, F et al., 2020 ; A. Compaore et al., 2021). En 2022, selon la restitution du projet « Amélioration de la qualité de l'habitat en terre crue au Burkina Faso », 69,4% des habitations ont leurs murs en terre locale et 13,8% à base de ciment « en dur ».

L'industrie de la brique cuite, pour préserver sa part de marché doit s'adapter aux exigences techniques et économiques afin de compétir avec les autres types de matériaux (Florie Dejeant et al., 2021). De nos jours, l'un des problèmes essentiels que pose le domaine du bâtiment est celui du confort thermique. A cela s'ajoute également sa non résistance face aux intempéries telles que les cyclones, les inondations, les séismes et etc. Il y'a

donc nécessité d'une analyse profonde des propriétés des matériaux. Aujourd'hui, des bâtiments sont majoritairement construits ou en construction à partir du bloc béton qui est énergivore au détriment de la brique cuite. Ainsi, le respect des exigences du confort thermique et de la résistance mécanique suscite des évolutions technologiques et industrielles dans les domaines de la construction. Le choix des matériaux de construction a donc un impact primordial sur la qualité environnementale et l'efficacité énergétique. La recherche d'une température optimale de cuisson qui conférera aux briques des propriétés physiques et géotechniques conformément aux nouvelles réglementations en vigueur reste à élucider.

C'est dans ce cadre que l'objectif principal de la présente étude est d'évaluer l'influence de température de cuisson sur le comportement géotechnique et physique d'une brique de terre cuite. Pour se faire, l'objectif principal se décline en objectifs spécifiques comme suit :

- Caractériser expérimentalement les paramètres géotechniques et physiques de la brique de terre cuite à base d'une souche de Kounda, Burkina Faso ;
- Classer la souche provenant de Kounda ;
- Identifier une température optimale de cuisson de la brique de terre cuite.

II. MÉTHODES ET MATÉRIEL

II.1. Présentation du matériau utilisé et échantillonnage

La matière argileuse fut extraite au Burkina Faso dans la région du centre sud précisément, village de Kounda. Après extraction le matériau est acheminé dans une classière à Ouagadougou au laboratoire où les briques ont été confectionnées.

La préparation de la pâte argileuse se fait de façon succincte en quatre (4) étapes. La première étape est la phase de concassage suivi du mouillage et du dosage et enfin le malaxage des matières premières. Le broyage se fait à l'aide de broyeur qui concasse les gros morceaux permettant d'obtenir de l'argile en poudre. Après le broyage, on passe au mouillage de la pâte de sorte à avoir une humidité bien ajustée de la pâte argileuse. La quantité d'eau présente dans la pâte argileuse peut influencer les propriétés mécaniques du matériau principalement sa plasticité. Elle modifiera la mise en forme du produit lors du séchage. Pour les formulations couramment utilisées, le taux d'eau n'est pas statique et varie en fonction du site d'extraction de l'argile. Dans notre formulation, le taux d'eau était à l'ordre de 20 %. Après la préparation de la pâte argileuse, elle sera façonnée pour obtenir la forme parallélépipédique souhaitée (voir fig.1). La pâte argileuse est insérée dans un moule de 1330 cm³ de volume. Ensuite, le moule est retiré directement pour laisser la brique isolée seule. Après moulage, les briques sont exposées à l'air ambiant mais à l'abri du soleil pour être séchées durant deux semaines. Après séchage, les briques ont été stockées dans une enceinte à température

ambiante pendant une semaine de plus avant le démarrage effectif des essais.

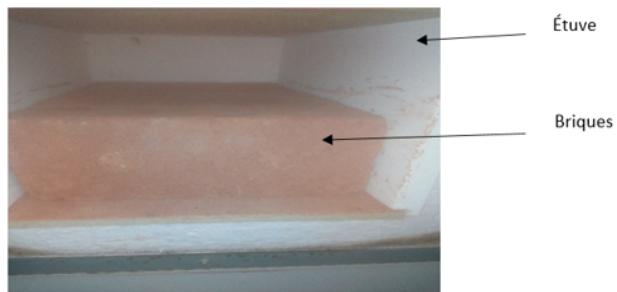


Fig.1. Echantillon de briques dans l'étuve

II.2. Mode de cuisson des briques

Notre travail s'est effectué sur onze échantillons étuvés à différentes températures de 30 °C et de 100 °C à 1000 °C. Chaque échantillon destiné à la cuisson est constitué de six briques qui sont numérotées et introduites simultanément dans une étuve et porté à la température désirée. Les briques ayant présenté des fissures lors du séchage n'ont pas été retenues pour la phase de cuisson ce qui représentait un taux de 2,5 %. La cuisson de chaque échantillon a duré 8 heures. Initialement, l'étuve de cuisson était réglée à température ambiante avant réajustée à la température voulue avec une vitesse de cuisson 10 °C/min. Après avoir atteint la température de réglage, la cuisson poursuit son cours normal durant la période de cuisson.

II.3. Mesure de masses

La masse est mesurée avant et à pas de 8 heures de cuisson avec une balance électronique de marque Kern avec une précision au 1/100e près et une masse maximale autorisée à mesurer de l'ordre de 3,6 kg. Pour chaque échantillon la masse considérée est la somme des masses de chaque brique constituant l'échantillon sur le nombre de brique qui le constitue. La perte de masse matérialisé par l'équation 1 est obtenue en faisant le rapport de la différence entre les masses initiale et finale à la cuisson sur la masse finale (S. E. Tiendrebeogo et al., 2015).

$$P_m = \frac{m_i - m_f}{m_f} \quad (1)$$

P_m : perte de masse ; m_i : masse initiale ; m_f : masse finale.

L'élévation de la température occasionne au cours de la cuisson d'importante perte de masse qui est la conséquence de départ des corps volatiles et des matières organiques. Ces corps volatils sont de la vapeur d'eau et de l'dioxyde de carbone.

II.4. Granulométrie du matériau

L'analyse granulométrique de l'échantillon a été faite par tamisage (fig.2) selon la norme NFP-056. Il consistait à séparer les grains préalablement mouillés et séchés dans une étuve à 105°C pendant 4 heures et à les classer selon

leurs diamètres. Les grains ainsi isolés par tamisage peuvent être pesés pour obtenir leurs proportions dans le granulat. La représentation graphique du tamisage cumulé en fonction des diamètres des tamis constitue la courbe granulométrique du matériau. La maille des tamis est normalisée et dont l'évolution suit une suite géométrique de raison 1,259. Le plus grand diamètre des tamis était de l'ordre de 80 mm et le plus petit est de 0,08 mm.



Fig.2. Analyse granulométrique par tamisage

II.5. Essais d'identification des sols

Dans la littérature, plusieurs méthodes sont développées pour identifier des sols. Dans ce travail, afin de connaître le comportement du présent matériau face aux différentes sollicitations, des essais de granulométriques par tamisage selon la norme NFP94-056, par sédimetométrie NFP94-057 et par les limites d'Atterberg NFP94-051 basées sur des exigences internationales. Dans la littérature cette dernière méthode est largement utilisée pour identifier plusieurs types de sol contrairement à la méthode de dessiccation dynamique qui est généralement utilisée pour des boues argileuses (C. Proust et al., 2004).

En considérant W_p , la limite de plasticité et W_L la limite de liquidité, l'indice de plasticité I_p se déduit à partir de ses limites d'Atterberg comme suit (équation 2) :

$$I_p = W_p - W_L \quad (2)$$

Le diagramme de plasticité des sols fins est utilisé pour caractériser la pression de gonflement du matériau étudié à travers la ligne A d'équation 3.

$$I_p = 0,73(W_L - 20) \quad (3)$$

II.6. Résistance en compression

L'éprouvette est placée sur un plateau de compression, qui est constitué de deux pistons. Un piston supérieur fixe, sur lequel est placé un capteur de force qui enregistre les efforts appliqués sur l'échantillon et un piston inférieur mobile à l'aide d'un volant, qui permet de mettre en contact l'échantillon avec le piston supérieur. Deux disques en acier sont placés, l'un au-dessus et l'autre en dessous de l'échantillon pour bien repartir la pression sur l'éprouvette. Avant la mise en marche du dispositif les dimensions de l'éprouvette sont renseignées

sur le tableau de bord. Le piston inférieur d'une brique en terre cuite monte avec l'éprouvette jusqu'au contact avec le piston supérieur et c'est à ce moment que le capteur de force commence à enregistrer respectivement l'effort exercé par le bâti sur l'échantillon jusqu'à la rupture et la résistance à la compression de cette dernière. Une fois que la rupture a eu lieu, l'effort de rupture et la valeur de la résistance à la compression sont enregistrées directement sur l'appareil Automax. Le dispositif d'essai est présenté sur la fig.3.

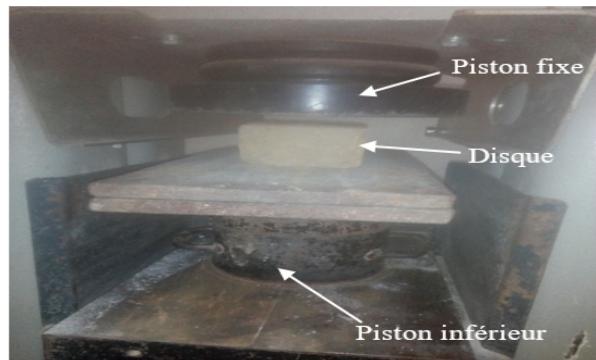


Fig.3. Plateau d'essai pour la compression simple

II.7. Résistance en traction

La résistance en traction des matériaux est généralement faible. Les ouvrages en terre sont disposés à travailler uniquement à l'effort de compression. Cette mesure est rare, mais pour des nécessités, elle est déterminée par des essais indirects tels que la flexion trois points sur les éprouvettes prismatiques et l'essai brésilien (ou de fendage) sur les éprouvettes cylindriques. Dans ce travail, un essai brésilien est utilisé pour déterminer la résistance à la traction. L'équipement utilisé pour la mesure de la résistance à la traction est le même que celui de la résistance en compression. L'essai s'effectue sur un échantillon de forme parallélépipédique et comprimé suivant deux plateaux diamétriquement opposés. L'éprouvette est centrée sur le piston inférieur mobile. Lors de la mise en marche du dispositif le piston monte avec l'échantillon jusqu'au contact avec le piston supérieur. Une fois que la rupture a eu lieu, la valeur de la résistance à la traction et la force de rupture sont affichées sur le tableau de bord d'un Automax. Il est présenté sur la fig.4 le dispositif expérimental.



Fig.4. Dispositif d'essai pour traction simple (essai brésilien)

III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. Etat du matériau en fonction de la température de cuisson

Il est présenté sur la fig.5, l'état physique des onze (11) briques cuites pour des températures réglées entre 30 °C à 1000 °C. Au cours de la cuisson on observe quelques changements au niveau du matériau comme l'indique la fig.5 :

- l'apparition de tâche noire autour de 200 °C jusqu'à 300 °C qui est la résultante de la combustion des matières organiques contenues initialement dans notre sol. Il s'agit d'un dépôt de carbone ;
- le changement de couleur à partir de 400 °C qui est dû au processus d'oxydation du fer ;
- l'apparition d'une poudre blanchâtre au-delà de 500 °C, aux cours du traitement thermique qui représente les produits incombustibles. Il s'agit essentiellement de la cendre.

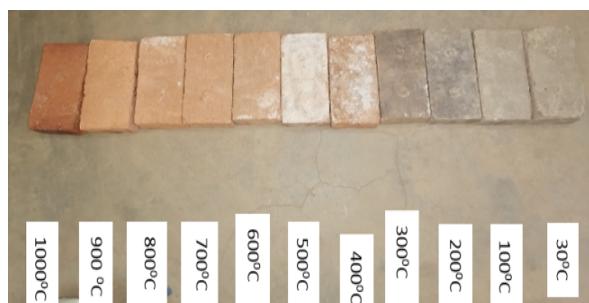


Fig.5. Evolution de la couleur de l'argile en fonction de la température de cuisson

III.2. Caractéristiques géotechnique du matériau

La teneur en eau naturelle est déterminée selon la norme NFP94-050. La porosité et l'indice de vide sont déduits à partir des relations existantes entre les paramètres physiques. Lors de nos essais la porosité et l'indice des vides ont été évaluées en fonction de la température de cuisson. L'analyse de notre échantillon a été faite par tamisage selon la norme NFP94-056 et par sédimenotométrie selon la norme NFP94-057. Les limites d'Atterberg, à savoir la limite de liquidité et celle de plasticité sont obtenues selon la norme NFP94-051 et l'indice de plasticité est déduit à partir des essais des limites d'Atterberg. Les données obtenues sont consignées dans le table 1 ci-dessous. On note que la limite de liquidité (W_L) et l'Indice de plasticité (I_p) sont respectivement de l'ordre de 40 % et de 20 %. Sur l'abaque de Cassagrande ci-dessous (Fig.6) sont présentés quelques points correspondant à des échantillons de sol provenant du village de Kounda, région du centre sud, Burkina Faso. On observe que le couple (IP , WL) est situé au-dessus du graphe de l'équation 3 comme l'indique le petit rectangle. Cela indique que le matériau

étudié peut être classé parmi les sols « Argile inorganique moyennement plastique ».

La fig.7 illustre le pourcentage de tamisât en fonction du diamètre du tamis. On constate que la courbe granulométrique croît dans l'intervalle de 0,001 à 1 mm jusqu'à 98 % de tamisât avant de stabiliser pour des diamètres supérieurs à 1 mm. L'analyse de la courbe granulométrique présentée sur la fig.7 ci-dessous ressort que ce type de matériau est constitué d'une fraction argileuse de 50 %, 40 % de limon, 8 % de sable et 2 % de grave.

Table 1. Caractéristiques physiques et géotechniques de l'argile de Kounda

Essais	Symboles	Unités	Valeurs
Masse volumique sec	ρ_d	Kg.m ⁻³	1331
Teneur en eau naturelle	W	%	6,6
Porosité	ϕ	%	[27, 34]
Indice de vide	e	%	[37, 52]
Limite de liquidité	W_L	%	40
Limite de plasticité	W_P	%	20
Indice de plasticité	I_p	%	20

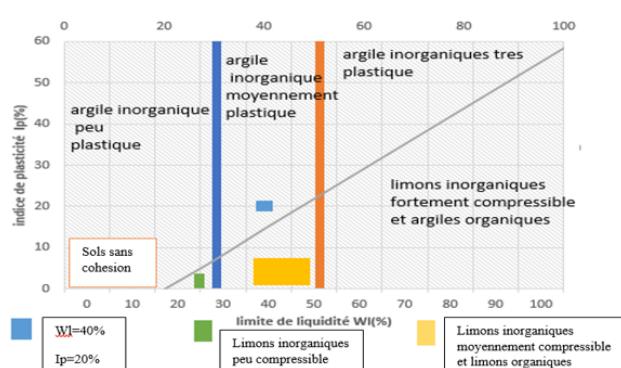


Fig.6. Diagramme de Cassagrande

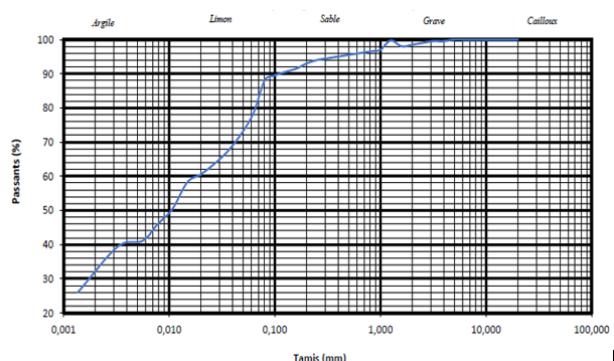


Fig.7. Courbe granulométrique du matériau étudié

III.3. Cinétiques de séchage de la brique de terre cuite

Lors du traitement thermique, l'argile perd en masse illustrée par les courbes de la fig.8. La courbe de perte de masse sur cette dernière figure décroît et peut être décomposée en trois parties. Les deux premières parties nous illustrent des courbes quasi-linéaires présentant des pentes différentes et la dernière partie est constante. La partie [AB] a une pente assez élevée par rapport à la partie [BC]. Cela signifie que lors de la cuisson la perte de masse est plus importante et rapide entre [30 °C, 450 °C] que sur l'intervalle de [450 °C, 800 °C]. Sur la portion [AB], elle est due en grande partie au départ de l'eau libre, de l'eau adsorbée et aussi de la matière organique. De [30 °C, 200 °C], l'argile perd 2,7 % de sa masse initiale. Ceci est principalement dû au départ de l'eau d'hydratation (kormann, 2009). De [200 °C, 500 °C] la perte de masse passe de 2,7 % à environ 8,4 %. Cela est dû à la décomposition des matières organiques et aussi au départ de l'eau adsorbée. Cette importante perte de masse s'explique par la présence d'une quantité élevée de matière organique dans notre argile comme le témoigne la cendre déposée au cours de la cuisson qui serait liée au site d'extraction.

Sur la partie [BC], elle est due au départ de l'eau de constitution, à cela s'ajoute le départ des gaz comme le dioxyde de carbone dû à la dégradation thermique des carbonates de calcium. De 500 °C à 600 °C, la perte de masse est moins de 1 % qui est dû au départ de l'eau de constitution. La perte totale de masse de notre échantillon est de l'ordre de 10,4%. Au-delà de 800 °C on remarque que la courbe se stabilise, ce qui indique qu'il n'y a plus de perte de matière.

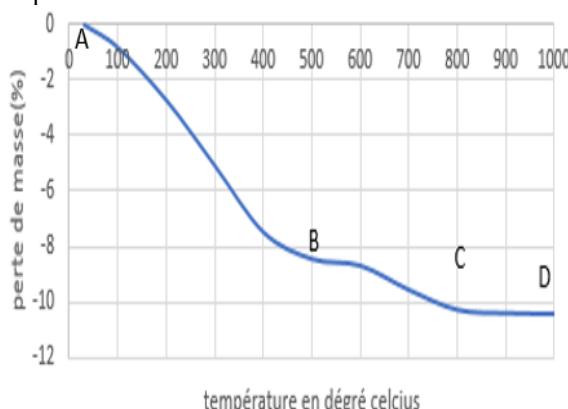


Fig.8. Evolution de la perte de masse en fonction de la température

III.4. Porosité du matériau en fonction de la température

Il est présenté sur la fig.9, l'évolution de la porosité en fonction de la température. La courbe croît avec la température jusqu'à 700 °C et puis décroître à partir de cette température jusqu'à 1000 °C. Les échantillons étudiés présentent un taux de porosité atteignant 34 % lors de la cuisson. Au début de la mise en étuve à 30 °C la porosité était de l'ordre de 27 %. Cette valeur est très

voisine de la porosité des BTC non cuite (Dieudonné ABESSOLO et al., 2020). Cela témoigne qu'il n'y a pas de départ de matière à cette température engendrant une formation de pores. L'existence de porosités des BTC avant cuisson prouve la présence des bulles d'air lors de la phase de conception. Les bulles d'air au sein de la pâte argileuse s'écrasent effectivement entre les couches de matière au cours de la mise en forme du matériau et se conservent ainsi tout au long du procédé de fabrication. Le départ en eau d'interposition se logeant au sein de pores relatifs aux minéraux argileux se compense enfin durant le séchage avec une entrée d'air au sein de la matière, augmentant de nouveau le taux de porosité des produits. L'élimination de l'ordre 3 % d'eau résiduelle de séchage entraîne à nouveau, en tout début de cuisson, une augmentation de la porosité des produits. Les départs en eau d'interposition et en eau hygroscopique engendrent en effet une perte de masse, et entraînent en somme une formation de porosité en libérant les pores et les espaces occupés au sein des produits. La libération d'eau pendant la déshydroxylation des feuillets argileux entraîne encore une augmentation de la porosité des produits entre les températures de 500 et 600 °C. Cela avait déjà été observé par P. M Nigay en 2005. Les dégagements en dioxyde de carbone intervenant lors de la dégradation thermique des carbonates de calcium devraient impliquer une nouvelle augmentation du taux de porosité entre les températures de 700 et 850 °C. Mais la formation de pores s'effectue de manière simultanée avec le frittage de la matière aspirant à éliminer de la porosité dès la température de 700 °C. Le frittage s'accompagne de la modification de la granulométrie par formation de pont entre grain entraînant ainsi une baisse de la porosité. La pression générée au sein de la matrice argileuse instaure au cours des dégagements gazeux une forme de compétition entre formation et élimination de porosité donnant lieu à un frittage réactif et à un report en dernier lieu de ses effets. Le frittage engendre, après l'épuisement toutefois en calcite, une réduction de la porosité équivalente de l'ordre de 5 % (M Nigay, 2005). Cette tendance a été constatée dans la présente étude de l'ordre de 4 % pour une température de 1000 °C. la baisse de porosité autour de 800 °C est un indicateur qui prouve que le frittage domine sur la formation des pores. Toutefois, la nouvelle augmentation de porosité autour de 900 °C pourrait mettre en cause l'homogénéité du matériau. Elle peut également s'expliquer par la variation de densité du matériau lors du compactage. Car la presse étant faite manuellement, la formation de porosité intervient de manières diverses au cours de la cuisson des produits avec un éventuel impact sur la morphologie des pores. Il ressort que la cuisson entraîne une formation des pores d'une part et d'autre part son élimination.

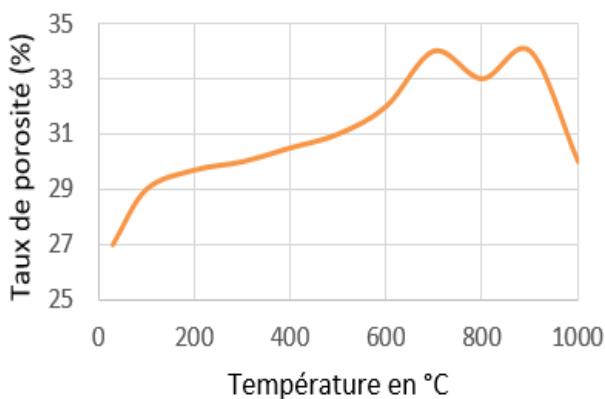


Fig. 9 : Evolution du taux de porosité en fonction de la température

III.4 Evolution des résistances mécaniques à la compression, et à la traction en fonction de la température

Les résultats des mesures des propriétés mécaniques consignés x maximales obtenues à une température de 800 °C sont de l'ordre de 18,32 MPa et de 0,78 MPa respectivement pour la compression et pour la traction. Le matériau étudié avant la cuisson avait une résistance à la compression de l'ordre de 4,74 MPa et de 0,23 MPa pour la traction. Dans la littérature les résultats pour la résistance à la compression pour l'argile non cuite sont compris entre 1,67 et 3,25 MPa et entre 0,1 à 0,25 MPa pour la traction pour l'argile de N'Djamena stabilisé à la gomme arabique (Florie Dejeant, et al, 2021). Les auteurs précédents ont montré que les latérites du Burkina Faso ont des résistances à la compression comprises entre 1,5 et 5MPa. Les résultats obtenus lors de nos travaux doivent susciter l'intérêt à nous orienter vers les matériaux locaux. Au-delà des briques de terre compressées, stabilisées ou les latérites taillées, lon note que la cuisson est un excellent moyen pour obtenir des briques de bonne performance mécanique.

Table 2. Valeurs des essais de la porosité, de la résistance à la compression et à la traction en fonction de la température.

N°	T	F _c	σ_c	F _t	σ_t
N0	30	114,8	4,74	5,6	0,23
N1	100	148,4	6,13	7,3	0,30
N2	200	153,5	6,34	8,2	0,34
N3	300	166,1	6,95	8,5	0,35
N4	400	214	8,83	9,0	0,37
N5	500	243,85	10,06	9,73	0,40
N6	600	354,2	14,63	10,95	0,45

N7	700	377,4	15,60	16,04	0,66
N8	800	444	18,32	18,98	0,78
N9	900	359,5	14,85	17,52	0,72
N10	1000	431,8	17,8	18,25	0,75

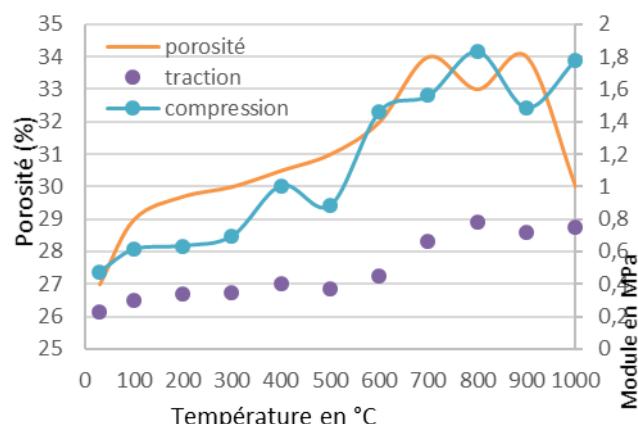


Fig.7. Courbe de compression, traction et porosité en fonction de la température.

IV. CONCLUSION

Le présent travail de caractérisation a permis de classer le matériau étudié en type : « Argile inorganique moyennement plastique » selon le diagramme de Cassagrande. Les profils des paramètres géotechniques, de la cinétique, de la résistance mécanique et de la porosité lors du traitement thermique illustrent que la chaleur offre un gain de résistance à l'argile sans être fragilisé. La valeur de la résistance à la compression du matériau atteignant 18 MPa. Ces résultats obtenus dans ce travail soutiennent que la brique de terre cuite peut être prise en compte dans la construction des bâtiments surtout en climat chaud.

Il serait important de connaître les profils simulés des paramètres étudiés pour des besoins de prédiction.

REFERENCES

- Soumia Rahmani, Dalel Kaoula, Mohamed Hamdy, 2022. *Proceedings, Exploring the thermal behaviour of building materials : Terracotta, concrete hollow block and hollow brick, under the arid climate, case study of Biskra-Algeria*, Materials Today : Vol. 58, Part 4, pp. 1380-1388
- Ushaa S., Deepa G. Nair, Subha Vishnudas, 2016. *Procedia Technology, Feasibility Study of Geopolymer Binder from Terracotta Roof Tile Waste*, 25, pp. 186 – 193
- Zoma, F., Toguyeni, D. Y., & HASSEL, I. B., 2020. *Academic Journal of Civil Engineering*, Formulation

- et potentialités thermiques d'un éco-matériau pour le génie civil., 35 (1), pp. 311-314
<https://doi.org/10.26168/ajce.35.1.76>
- COMPAORE, A., OUEDRAOGO, B., GUENGANE, H., MALBILA, E., BATHIEBO, D.J., 2017. IRA *International Journal of Applied Sciences*, Role of Local Building Materials on the Energy Behaviour of Habitats in Ouagadougou. (ISSN 2455-4499), 8(2), 63-72. doi:<http://dx.doi.org/10.21013/jas.v8.n2.p3>
- Florie Dejeant, Philippe Garnier, Thierry Joffroy (Dir.), 2021. Matériaux locaux, matériaux d'avenir : Ressources locales pour des villes et territoires durables en Afrique. CRAterre, pp.96, 2021, 979-10-96446-32-2. hal-03293589
- S. E. Tiendrebeogo, A. O Dissa, F. Cherblanc, I. Youm, J. C. Bénet, A. Compaoré, J. Koulidiati, 2015 "Characterization of Two Different Stumps of *Spirulina platensis* Drying: Assessment of Water Transport Coefficient," *Food and Nutrition Sciences*, Vol 6, pp. 1437-1449.
<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.615148>
- Chantal Proust, Agnès Jullien, Lydie Le Forestier, 2004. *C. R. Geoscience*, Détermination indirecte des limites d'Atterberg par gravimétrie dynamique, 336 1233–123. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2004.06.003>
- Dieudonné ABESSOLO, Achille Bernard BIWOLE, Didier FOKWA, Bernard Morino GANOU KOUNGANG et Bernard NYOUMA YEBGA, 2020. *Afrique Science*, Effets de la longueur et de la teneur des fibres de bambou sur les propriétés physicomécaniques et hygroscopiques des Blocs de Terre Comprimée (BTC) utilisés dans la construction 16(4) 13 - 22
- Pierre-Marie Nigay, 2015. *physics.class-ph*. Etude des transformations microstructurales de mélanges argile/biomasse lors de la cuisson et relations avec les propriétés mécaniques et thermiques. Mécanique des matériaux. Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, Français. NNT : 2015EMAC0001 tel-01464117