

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 58999 A1**
- (51) Cl. internationale : **C04B 33/13; C04B 33/132; E04C 1/40**
- (43) Date de publication : **28.06.2024**
- 
- (21) N° Dépôt : **58999**
- (22) Date de Dépôt : **23.12.2022**
- (71) Demandeur(s) :
- **Université Cadi Ayyad, BD. Abdelkrim Khattabi, B.P. 511 Marrakech (MA)**
  - **IRESEN, 16, rue Amir Sidi Mohamed, Souissi Rabat (MA)**
  - **GREEN ENERGY PARK, Km2, R206 Route Régionale Benguérir (MA)**
  - **CETEMCO, Complexe des Centres Techniques Route BO 50- Oulad Haddou Sidi Maârouf – B.P 20190 Casablanca (MA)**
  - **STE BRIQUETERIE BATI CHAOUIA, 13 Rue de Metz Benjdia Casablanca (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **BOUCHEFRA Imane ; CHEHOUANI Hassan ; EL BICHRI Fatima Zahra ; BENHAMOU Brahim ; SOBHY Issam ; BOUANANI Said ; EL MAGHRI Sanaa ; EL MOUSTIT Mohamed ; MGHAZLI Mohamed Oualid**
- (74) Mandataire : **Mohamed Oualid MGHAZLI**
- 
- (54) Titre : **Brique de terre crue comprimée, stabilisée et renforcée par des fibres de déchets de textile BrickOPAX**
- (57) Abrégé : La présente invention est un matériau de construction écologique produit à partir de matières premières naturelles et de déchets industriels valorisés..li s'agit d'une brique en terre crue comprimée et stabilisée par des cendres de grignons d'olives et de la chaux vive et renforcée par des fibres issues de déchets de l'industrie de textile. Cette brique est facilement recyclable en fin de son cycle de vie, permettant ainsi une économie circulaire dans la construction. Elle est conforme aux normes internationales de construction en terre crue.

**Brique de terre crue comprimée, stabilisée et renforcée par des fibres de déchets de textile - BrickOPAX**

**ABREGE**

La présente invention est un matériau de construction écologique produit à partir de matières premières naturelles et de déchets industriels valorisés. Il s'agit d'une brique en terre crue comprimée et stabilisée par des cendres de grignons d'olives et de la chaux vive et renforcée par des fibres issues de déchets de l'industrie de textile. Cette brique est facilement recyclable en fin de son cycle de vie, permettant ainsi une économie circulaire dans la construction. Elle est conforme aux normes internationales de construction en terre crue.

**Brique de terre crue comprimée, stabilisée et renforcée par des fibres de déchets de textile - BrickOPAX**

**DESCRIPTION DE L'INVENTION**

Domaine technique

La présente invention concerne une brique à base de terre crue pour une construction écologique.

Technique antérieure

L'industrie de la construction consomme énormément de ressources naturelles. Ainsi, la consommation du secteur du bâtiment s'élève à 40% de l'énergie primaire au niveau mondial (Elahi et al., 2021). Cela est principalement dû à la quantité importante d'énergie, dite "grise", requise pour extraire les matières premières, produire, transporter et recycler les matériaux de construction. D'autre part, la production du ciment, qui est un liant abondamment utilisé dans le secteur du bâtiment, émet plus de 8% du CO<sub>2</sub> total rejeté dans l'atmosphère (Olivier et coll., 2016). En outre, un choix adéquat des matériaux et des méthodes de construction peut induire une réduction de 17% de la consommation énergétique d'un bâtiment et 30 % de ses émissions CO<sub>2</sub> (Thormark, 2006). Ainsi, l'utilisation de matériaux de construction écologiques à faible impact environnemental peut contribuer à la réduction de la consommation énergétique. Parmi lesquels, les briques en terre crue ont suscité un vif intérêt en raison de la disponibilité de leur matière première, de leur faible empreinte carbone et de leur grand potentiel de recyclage. Cependant, les briques en terre crue ont des inconvénients qui ont freiné leur utilisation à grande échelle. Le principal inconvénient est leur sensibilité à l'eau et leur faible résistance mécanique. Afin d'améliorer ces propriétés, plusieurs méthodes de stabilisation sont utilisées à travers le monde, en particulier, la stabilisation chimique ou physique. Les briques en terre crue existants sur le marché marocain sont principalement stabilisées par du ciment, dont le procédé de production nécessite une énergie importante. Il en résulte des briques avec une énergie grise non négligeable. Ainsi, la présente invention consiste à substituer le ciment par des stabilisants naturels ou recyclés moins polluants, notamment la chaux, les cendres de grignons d'olives et les fibres de déchets de l'industrie du textile. Ces deux derniers étant des coproduits de l'industrie ainsi recyclés dans la brique objet de la présente invention.

### Avantages

Sur le plan économique:

- Matériau de construction développé à base de matières premières locales, naturelles et abondantes.
- Valorisation des cendres de grignons d'olives, coproduits de divers industries utilisant les grignons d'olives en tant que combustible.
- Valorisation des déchets de l'industrie du textile.
- Matériau de construction permettant une construction bioclimatique assurant un confort thermique intérieur du bâtiment à moindre coût.
- Matériau de construction facilement recyclable en fin de son cycle de vie et assurant ainsi une économie de construction circulaire.

Sur le plan environnemental:

- Recyclage des déchets de l'industrie du textile.
- Recyclage des cendres de grignons d'olives issues des fours de divers industries.
- Faible empreinte carbone et réduction du taux d'émission de gaz à effet de serre (transport et exploitation).
- Exploitation de ressources naturelles.
- Utilisation de déchets de construction et de démolition de bâtiments non nocifs et recyclables.
- Utilisation de matériaux locaux, renouvelables et recyclables.

### Description de l'invention

Une brique de terre crue comprimée, stabilisée par des cendres de grignons d'olives et la chaux et renforcée par des fibres de déchets de textiles.

La production de cette brique est caractérisée par l'utilisation d'un mélange d'argiles et de sable tout-venant ayant une courbe granulométrique inscrite dans le fuseau recommandé par la norme XP P 13-901:2022. Cette dernière possède les caractéristiques suivantes :

- Une limite de liquidité entre 40% et 50%.
- Une limite de plasticité entre 20% et 30%.
- Un indice de plasticité inférieur à 20.
- Une valeur de bleu de méthylène VBS ente 1,6 et 1,8.
- Une masse volumique sèche supérieure à  $1,4 \text{ g.cm}^{-3}$ .

**Procédé de fabrication de la brique:**

- Tamisage des argiles et du sable tout-venant à 2 mm et séchage dans une étuve.
- Mélange à sec des argiles, du sable tout-venant, de la chaux et des cendres des grignons d'olive.
- Ajout d'une quantité d'eau optimale de 15% par rapport à la masse totale des argiles et du sable tout-venant. Cette quantité est déterminée par essai de Proctor.
- Ajout des fibres de déchets de textiles au mélange humide.
- Compression du mélange final à 2,5 MPa.

Propriétés thermo-physiques de la brique ainsi constituée:

- Densité : 1,69 g. cm<sup>-3</sup>.
- Coefficient d'absorption d'eau par capillarité : 6,55 g.cm<sup>-2</sup>.min<sup>-1/2</sup>.
- Résistance à la compression : 2,65 MPa.
- Conductivité thermique: 0,55 W. m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>.

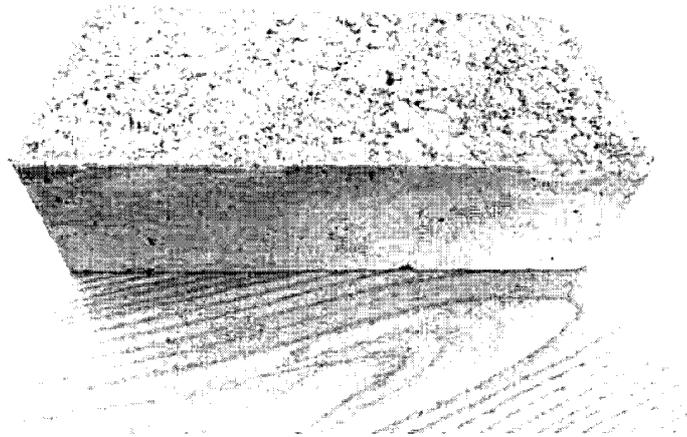
**REFERENCES**

- Elahi, T. E., Shahriar, A. R., & Islam, M. S. (2021). Engineering characteristics of compressed earth blocks stabilized with cement and fly ash. *Construction and Building Materials*, 277, 122367. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122367>
- Olivier, J.-G. J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., & Peters, J. (2016). Trends in Global CO<sub>2</sub> Emissions: 2016 Report; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency: The Hague. *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency & European Commission's Joint Research Centre (JRC)*.
- Thormark, C. (2006). The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building. *Building and Environment*, 41(8), 1019–1026. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.04.026>
- Norme XP P 13-901 "Blocs de terre comprimée pour murs et cloisons", AFNOR, Mars 2022

**Brique de terre crue comprimée, stabilisée et renforcée par des fibres de déchets de textile - BrickOPAX**

**Revendications**

- 1) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, caractérisée en ce que les stabilisants sont d'origine naturelle et recyclée.
- 2) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, caractérisée selon la revendication 1 en ce qu'elle est stabilisée et renforcée par des cendres de grignons d'olives, de la chaux et des fibres de déchets de textile.
- 3) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les matières premières sont disponibles localement.
- 4) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, caractérisée selon la revendication 2 avec un dosage de fibres de déchets de textile de 0,1 à 0,5 %.
- 5) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, caractérisée selon la revendication 3 en ce qu'elle est fabriquée à base d'un mélange d'argiles, de sable tout-venant, de chaux vive, de cendres de grignons d'olives, de fibres de déchets de textile et d'eau.
- 6) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, selon la revendication 5 caractérisée en ce qu'elle est comprimée à une pression de 2,5 MPa.
- 7) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, caractérisée selon les revendications antérieures en ce qu'elle a une conductivité thermique inférieure à 0,6 W/(m<sup>2</sup>.K).
- 8) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, caractérisée selon les revendications antérieures en ce qu'elle a une résistance à la compression sèche minimale de 2,5 MPa.
- 9) Une brique en terre crue comprimée et stabilisée, caractérisée en qu'elle soit recyclable à la fin de son cycle de vie.



*Figure 1: Photo du prototype de la brique développée*

**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée  
par la loi 23-13)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 58999	Date de dépôt : 23/12/2022
Déposant : Université Cadi Ayyad; IRESEN; GREEN ENERGY PARK; CETEMCO and STE BRIQUETERIE BATI CHAOUIA	
Intitulé de l'invention : Brique de terre crue comprimée, stabilisée et renforcée par des fibres de déchets de textile	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur : Saad-eddine BOUDIH	Date d'établissement du rapport : 17/03/2023
Téléphone : 212 5 22 58 64 14/00	

**Partie 1 : Considérations générales****Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description  
3 Pages
- Revendications  
9
- Planches de dessin  
1 Pages

**Cadre 3 : Titre et Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés**

- L'intitulé tel qu'il a été déposé « Brique de terre crue comprimée, stabilisée et renforcée par des fibres de déchets de textile BrickOPAX » a été modifié et arrêté par l'examineur (voir intitulé de l'invention).

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : E04C1/40 ; C04B33/12

CPC : E04C1/40 ; C04B33/132

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X A	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15302245">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15302245</a> ; University of Jaen [ES] ; 02-12-2015 <i>Abrégé</i>	1 2-9
X A	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814002803">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814002803</a> ; University of Jaen [ES] ; 05-04-2014 <i>Abrégé</i>	1 2-9
X A	CN113816706A ; WENCHANG XINTAI NEW BUILDING MAT CO LTD [CN] ; 21-12-2021 <i>Abrégé</i>	1 2-9

\*Catégories spéciales de documents cités :

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément  
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier  
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent  
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs  
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

### Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

#### **Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté**

##### *- Remarques de forme*

La revendication 9 contient l'ensemble des caractéristiques de la revendication 1. La revendication 9 devrait par conséquent être reformulée en tant que revendication dépendant de la revendication 1.

##### *- Remarques de clarté*

La demande ne satisfait pas aux exigences de l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Les revendications 1-9 manquent de clarté et de concision, et ce pour les raisons suivantes :

Les termes « naturelle », « recyclée », employés dans les revendications 1 sont vagues et imprécis, et laissent subsister un doute quant à la signification des caractéristiques techniques auxquelles ils se rapportent, au point que l'objet desdites revendications n'est pas clairement défini.

Les revendications 7-9 ne satisfont pas à l'exigence de clarté, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini. Les revendications 7-9 tentent de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat.

Les revendications 3 et 7-9 ne satisfont pas aux exigences de clarté, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini. Les exposés relatifs aux fonctions suivantes ne permettent pas à l'homme du métier de déterminer quelles caractéristiques techniques sont nécessaires à l'exécution des fonctions indiquées.

**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 2-9	Oui
	Revendications 1	Non
Activité inventive	Revendications 2-9	Oui
	Revendications 1	Non
Application Industrielle	Revendications 1-9	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15302245>

### 1. Nouveauté

**1.1-** Le document D1 divulgue les caractéristiques techniques de la revendication 1 :

Une brique en terre crue comprimée et stabilisée comprenant des stabilisants d'origine naturelle et recyclée.

Par conséquent, l'objet de ladite revendication n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**1.2-** Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques des revendications 2-9. D'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

### 2. Activité inventive

**2.1-** Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 2, divulgue Une brique en terre crue comprimée et stabilisée qui est renforcée par des cendres de grignons d'olives.

L'objet de la revendication 2 diffère du dispositif connu de D1 en ce qu'elle comporte de la chaux vive et des fibres de déchets de textile.

L'effet technique apporté par cette différence réside dans le fait de stabiliser et renforcer la brique ainsi qu'assurer un confort thermique.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme diminuer les émissions d'énergie et aussi permettre de recycler les déchets causés par les industries.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 2 n'est pas décrite dans l'art antérieur. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité

l'homme du métier à parvenir à la solution telle que décrite dans la revendication '.

Par conséquent, l'objet de la revendication 2 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**2.2-** Les revendications dépendantes 2-9 satisfont aux exigences de l'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

### **3. Application industrielle**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.