

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 53067 B1**
- (51) Cl. internationale : **C04B 18/00; C04B 28/26; C04B 18/00; C04B 28/26**
- (43) Date de publication : **28.02.2023**
-
- (21) N° Dépôt : **53067**
- (22) Date de Dépôt : **23.04.2021**
- (71) Demandeur(s) : **Université Mohammed V - RABAT, Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU, Rabat, 10000, Maroc (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Diouri Abdeljebbar ; Taibi M'hamed ; Saadi Mohamed ; Moussadik Azzedine**
- (74) Mandataire : **Kartit Zaid**
-
- (54) Titre : **Un matériau de fabrication des briques légère alvéolaire utilisable à grande étanchéité thermique et sonore**
- (57) Abrégé : Le procédé de l'invention consiste à fabriquer un composite inorganique expansif, durcissant et auto-compressible utilisable comme matériaux de construction. Le procédé est supérieur à ce qui se fait actuellement par les caractéristiques suivantes : Le procédé n'utilise pas le ciment par comparaison à l'aggloméré bloc béton et le béton cellulaire, le procédé n'utilise pas les températures élevées de cuisson par comparaison à la brique d'argile cuite. Le procédé permet d'ajuster la forme et le volume et créer la pièce auto-compressible, l'auto-compressibilité permet d'augmenter les résistances mécaniques et diminuer la porosité tout en faisant varier la masse volumique de la pièce par rapport au béton cellulaire durci à l'air. Le procédé utilise des matières premières provenant de sous-produits industriels et dépolluant l'environnement. Le procédé est muni d'un système de récupération de l'hydrogène stockable et utilisable comme source d'énergie.

Abrégé

Le procédé de l'invention consiste à fabriquer un composite inorganique expansif, durcissant et auto-compressible utilisable comme matériaux de construction. Le procédé est supérieur à ce qui se fait actuellement par les caractéristiques suivantes : Le procédé n'utilise pas le ciment par comparaison à l'aggloméré bloc béton et le béton cellulaire, le procédé n'utilise pas les températures élevées de cuisson par comparaison à la brique d'argile cuite. Le procédé permet d'ajuster la forme et le volume et créer la pièce auto-compressible, l'auto-compressibilité permet d'augmenter les résistances mécaniques et diminuer la porosité tout en faisant varier la masse volumique de la pièce par rapport au béton cellulaire durci à l'air. Le procédé utilise des matières premières provenant de sous-produits industriels et dépolluant l'environnement. Le procédé est muni d'un système de récupération de l'hydrogène stockable et utilisable comme source d'énergie.

Titre : Un matériau de fabrication des briques légère alvéolaire utilisable à grande étanchéité thermique et sonore.

DESCRIPTION

DOMAINE DE L'INVENTION

Le procédé consiste à élaborer des matériaux composites inorganiques à caractère liant hydraulique au sein d'une pâte expansible et auto-compressible en durcissement. Les matériaux sont dédiés à la fabrication de pièces de construction de différentes formes, de briques non cuites, pavés, bordures, caniveaux, mobilier urbain.

ART ANTERIEUR

Le brevet numéro MA34048 concerne un béton expansé ayant une densité de 100 à 800 kg/m³, qui comprend en masse par rapport à la masse totale du béton.

Quant à une autre demande de brevet numéro FR3019543, elle présente un procédé de fabrication d'un bloc isolant composite comprenant une mousse minérale.

Dans une autre demande de brevet portant le numéro FR2962999 présente un matériau de construction permettant de fabriquer du béton léger et isolant.

Il se présente sous forme de granulats de béton cellulaire aux caractéristiques granulométriques permettant de les agglomérer par un liant. Il se trouve que les types de matériaux de construction concernés sont: les mortiers et les briques. La fabrication à l'état actuel de ces matériaux nécessite soit de hautes températures de cuisson pour les briques d'argile cuite soit l'utilisation de ciment pour l'aggloméré bloc béton et le béton cellulaire. Ces produits, ainsi fabriqués, représentent par conséquent des produits à haute énergie grise.

Le mortier, composé de ciment, sable et eau, est un produit dont l'énergie grise est estimée à environ 1100 kWh/m³. La brique agglomérée de ciment, composée de granulats (pierres, graviers, sable) et de ciment, développe une énergie grise de l'ordre de 600 kWh/m³. La brique cuite, fabriquée à partir d'argile cuite à 1200°C, a une énergie grise qui dépasse 700 kWh/m³. Le béton cellulaire est un autre produit composé de sable, de ciment, de chaux et d'un agent d'expansion qui donne lieu à un dégagement d'hydrogène provoquant une structure alvéolaire au sein du matériau massif. L'énergie grise de la brique cellulaire ne dépasse pas 300

kWh/m³, mais reste inexploitée à l'échelle nationale et présente quelques inconvénients pratiques.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

L'invention consiste à utiliser les matières premières suivantes :

- Des matières riches en quartz ou silice : Ces matières peuvent être : sables, sédiments de dragage, poudres de granite, poudres de feldspath, poudres de déchets de verre, cendres volantes des centrales thermiques, poudres pouzzolaniques, poudres des tout-venants.
- Des matières provenant de sous-produits industriels: Ces matières peuvent être : laitiers de Haut fourneaux, scories de fourneaux à arc électrique, poussières des cimenteries.
- Des matières riches en chaux: Ces matières peuvent être : toute matière à base d'oxyde de calcium CaO, provenant de chaux naturelle, chaux vive, éjectas, dolomie, calcaire, poudres de marbre, poudres de coquillage.
- Des matières en poudre métalliques
- Des adjuvants de broyage: Ces matières peuvent être : gypse, éthylène glycol, sulfite

La réalisation de la pâte se fait en milieu basique et permet l'obtention d'une pâte consistante : Les bases utilisées peuvent être : NaOH, KOH, Na₂CO₃, Na₂SiO₃

Le procédé est basé en premier sur une activation mécanique mixte des matières premières, suivie d'une activation chimique en milieu basique puis le malaxage, le moulage, la récupération d'hydrogène, le démoulage et le traitement en autoclave.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

Figure 1 : Représentation schématique du procédé

Figure 2 : rassemble le descriptif schématique détaillé du procédé

Dans la figure 2, une représentation schématique du procédé selon l'invention, donne les quatre étapes essentielles du procédé

- Le broyage mixte des matières premières
- Le malaxage du composite en milieu basique
- Le moulage et la récupération de l'hydrogène
- Le démoulage et traitement en autoclave

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

L'activation mécanique est réalisée par le broyage mixte, de préférence dans un broyeur à boulets. L'objectif étant d'augmenter au maximum la réactivité entre les différents constituants anhydres du système. Une réduction granulométrique à une taille inférieure à 80 μ m est nécessaire.

L'activation chimique se fait par l'hydratation en milieu basique : le composite anhydre obtenu est hydraté par une base forte, la molarité peut être située entre 3M et 10M selon la base utilisée. La quantité d'eau est variable et doit correspondre à une consistance pâteuse molle.

Le malaxage est effectué dans un malaxeur à plusieurs bras et a pour but l'homogénéisation de la pâte et l'amélioration de la plasticité. La vitesse de brassage est dépendante de la nature des matériaux. Une mise en expérience est nécessaire pour l'optimisation des vitesses et des temps convenables.

Le moulage et l'auto-compressibilité sont réalisés dans un moule constitué d'une partie fixe constituant le socle destiné à recevoir la pâte et d'une partie mobile constituant le capot contenant l'empreinte désirée qui servira ensuite à fermer le socle dans lequel sera placé le matériau à l'état pâteux. Le moule permettra la confection de plusieurs exemplaires d'une pièce modèle ou d'un multiple de pièces de construction. La pièce peut être une pièce d'ornement, une brique ou toute autre forme de pièce de construction selon le besoin.

L'auto-compressibilité est réalisée dans le moule étanche sous vide, grâce à l'adoption d'un volume inférieur au volume d'expansion normalement obtenu à l'air. Des échantillons tampons sont réalisés dans un système de laboratoire pour connaître au préalable le degré d'expansion pour chaque mélange. Le volume de

l'échantillon durci V_d est déterminé en fonction de volume de la pâte V_p et en fonction du temps. Le coefficient multiplicatif α (temps) selon la formule $V_d = \alpha(t)V_p$.

La récupération de l'hydrogène se faire par la création au sein du composite d'une réaction chimique qui dégage de l'hydrogène, sans système adapté de récupération, cette source d'énergie sera rejetée dans l'air ambiant et perdue. Le capot du montage de moulage est muni d'une tuyauterie adaptée à recevoir l'hydrogène dégagé lors du durcissement de la pâte. Cette tuyauterie est munie de deux systèmes de pompage le premier sert à créer le vide avant l'injection de la pâte et le deuxième sert à comprimer l'hydrogène dans des bouteilles destinées au stockage de l'hydrogène. Le socle et le capot sont munis de joints d'étanchéité complète.

Le démoulage et traitement en autoclave se fait après un temps de durcissement utile et optimisé pour chaque type de mélange, le démoulage est effectué par l'adaptation d'un système de fermeture et d'ouverture du capot d'une manière automatique grâce à un moteur installé au préalable dans le montage du capot au socle. Le socle monté sur des rails sert à transporter les pièces vers l'autoclave, dernière étape de durcissement du matériau.

La présente invention permet de réduire l'énergie grise générée par la fabrication de ces types de matériaux, à grande diffusion, et propose un procédé simple, sans utilisation de ciment ni de techniques de cuisson à des températures élevées.

Le procédé est destiné à la fabrication de pièces de matériaux de construction présentant les caractéristiques suivante.

- Une mise en forme adaptable des pièces fabriquées
- Un produit léger avec masse volumique ajustable selon la fonction
- Des propriétés mécaniques suffisantes et ajustables
- Des propriétés de résistance thermique et sonores modulables par la variation de la composition et de la forme
- Le coût relativement bas et très compétitif
- Le procédé est une source d'hydrogène qui peut être exploité à d'autres fins
- La présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés mais l'homme du métier saura y apporter facilement toute variante conforme à son utilisation.

Nouvelles REVENDICATIONS

1. Un matériau composite à caractère liant hydraulique, sans ciment, au sein d'une pâte expansible et auto-compressible par moulage en durcissement réalisé par une mixture des matériaux :
 - Poudre de granite ou feldspath
 - Cendres volantes ou poudres de déchets de verre
 - Sable
 - Chaux
 - Gypse
 - Poudre métallique de Zinc (Zn),

2. Le matériau composite selon la revendication 1 est caractérisé en ce que sa formulation variable est activé par hydratation en milieu basique par l'ajout de NaOH et/ou KOH en solution selon une molarité variable.

3. Le matériau composite selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce qu'il est expansible et poreux par dégagement d'hydrogène (H₂) récupérable ; ledit dégagement est provoqué par l'ajout de 2 à 6 % de Zn métallique.

4. Le matériau composite selon les revendications 1-3 est caractérisé en ce que lesdites expansion et porosité sont ajustable.

5. Le matériau composite selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé composé de :
 - a. Co-broyage en présence de gypse pour atteindre une granulométrie inférieure à 80 µm
 - b. malaxage à des vitesses adaptables et un temps calculé en ce qu'il favorise la plasticité du matériau.
 - c. moulage sous vide à un volume inférieur au volume de son durcissement à l'air moyennant un socle et un capot contenant une empreinte à exercer sur le matériau et une fermeture étanche à l'air.
 - d. récupération de l'Hydrogène H₂ et stockage pour son utilisation à des fins énergétiques

e. démoulage après avoir créé le vide et récupérer l'hydrogène par un système menu de deux pompes à deux directions.

6. Le matériau composite selon les revendications caractérisé en ce qu'il est utilisable pour fabriquer une brique légère ou toute autre pièce de construction moulée.

7. La brique alvéolaire confectionnée par le matériau selon les revendications précédentes caractérisé en ce que ladite auto-compressibilité lui confère :

- Une résistance mécanique supérieure à celles des briques cuites, sans utilisation de cuisson à haute température.
- Une résistance mécanique supérieure à celles du béton cellulaire sans utilisation de ciment.
- Une résistance mécanique au moins équivalente à celles des briques aggloméré béton sans utilisation de ciment.

8. La brique alvéolaire confectionnée par le matériau selon les revendications précédentes caractérisé en ce que sa porosité ajustable lui confère :

- Une résistance thermique au moins équivalente à celles des briques cuites, sans utilisation de cuisson à haute température.
- Une résistance thermique supérieure à celles du béton cellulaire sans utilisation de ciment.
- Une résistance thermique supérieure à celles des briques aggloméré béton sans utilisation de ciment.

Dessin

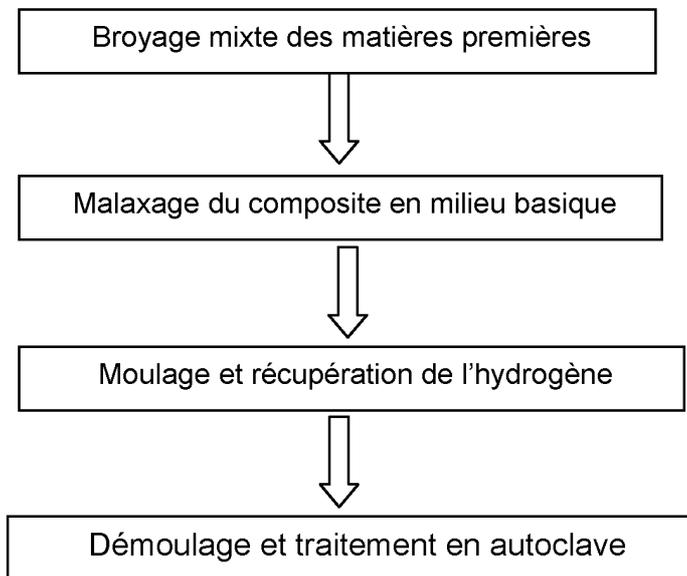


Figure 1

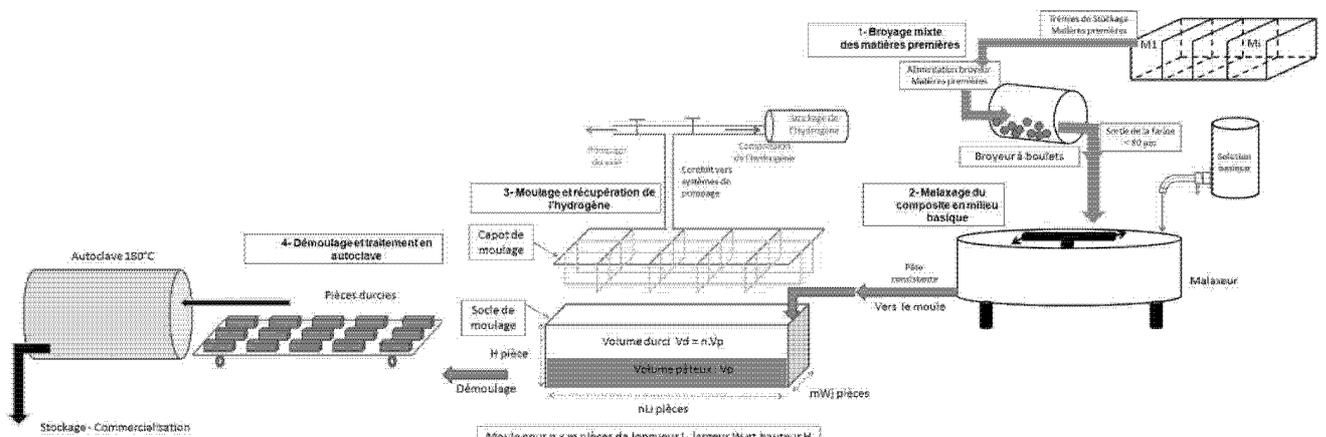


Figure 2: Descriptif schématique détaillé du procédé.

Figure 2

**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR
LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 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*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 53067	Date de dépôt : 23/04/2021
Déposant : Université Mohammed V - RABAT	
Intitulé de l'invention : Un matériau de fabrication des briques légère alvéolaire utilisable à grande étanchéité thermique et sonore	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C04B18/08, C04B28/18, C04B28/26 CPC : C04B18/08, C04B28/18, C04B28/26	
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 Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <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: BRINI Abdelaziz	Date d'établissement du rapport : 22/02/2023
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

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

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

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
- Revendications
8
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
- Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
 - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- D2 : US2013087078A1 ; 11-04-2013
D3 : US2012318173A1 ; 20-12-2012
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 3 : Remarques de clarté**

1. La revendication 5 est rédigée en tant que revendication procédé décrivant les étapes de celui-ci. De ce fait, cette revendication doit être rédigée sous la forme suivante : « procédé de préparation d'un matériau composite selon les revendications 1-4, caractérisée par les étapes suivantes ... ».
2. Les revendications 7 et 8 ne satisfont pas à l'exigence de clarté, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini. Ces revendications 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.

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

Nouveauté	Revendications 1-8	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-8	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-8	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : FR3034094
D2 : US2013087078A1
D3 : US2012318173A1

1. Nouveauté

Aucun des documents de l'art antérieur ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-8, d'où celles-ci sont nouvelles conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité Inventive

Le document D1 qui est considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue un matériau composite composé de sable, de chaux, de poudre de Zn, de scorie de haut fourneau et de cendres volantes. La solution d'activation alcaline comprend une base alcaline, telle que NaOH et/ou KOH. Le document D1 divulgue également un procédé d'élaboration d'un tel matériau composite comprenant les étapes : broyage, malaxage, moulage.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que le matériau composite sans ciment comprend un mélange de poudre de granite ou feldspath, cendres volantes ou poudre de déchets de verre, sable, chaux, gypse et poudre métallique de zinc.

Le problème que la présente demande se propose de résoudre est la fourniture d'un matériau composite alternatif.

La solution proposée n'est pas évidente :

Bien que les documents D2 et D3 décrivent des matériaux composites pour la fabrication des matériaux de construction sous forme de briques contenant du gypse, de la chaux, du sable, des cendres volantes avec une activation par de l'hydroxyde de sodium et/ou potassium, l'homme du métier ne trouve aucune incitation à combiner les enseignements de ceux-ci avec celui de D1 pour parvenir à la composition du matériau composite tel que décrit dans la revendication 1 de la présente demande.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Les revendications 2-8 satisfont donc eux aussi en tant que telles aux exigences en ce qui concerne 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.