

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 41026 B1** (51) Cl. internationale : **C04B 28/00; C04B 20/00**

(43) Date de publication :  
**31.12.2019**

---

(21) N° Dépôt :  
**41026**

(22) Date de Dépôt :  
**26.10.2017**

(71) Demandeur(s) :  
**Université Internationale de RABAT, Parc Technopolis Rabat-Shore, Campus universitaire UIR, Rocade Rabat-Salé, Sala El Jadida, 11100 (MA)**

(72) Inventeur(s) :  
**Ould Moussa Mohamed ; Khay Ismail ; Ouladsine Radouane ; Bakhouya Mohamed ; Felix Vincent ; El GHAZI Abdellatif**

(74) Mandataire :  
**Bouya Mohsine**

---

(54) Titre : **Nouveau matériau pour la récupération d'énergie dans les bâtiments**

(57) Abrégé : Il s'agit d'un nouveau matériau composite intelligent pour la récupération de l'énergie thermique perdue dans le bâtiment. L'invention permet de réduire la facture énergétique tout en diminuant les déperditions thermiques à travers l'enveloppe (i.e. les murs) du bâtiment.

**Mémoire descriptif du brevet d'invention intitulé**

**Nouveau matériau pour la récupération d'énergie dans  
les bâtiments**

**Abrégé de l'invention**

- [ 1] Il s'agit d'un nouveau matériau composite intelligent pour la récupération de l'énergie thermique perdue dans le bâtiment.
- [ 2] L'invention permet de réduire la facture énergétique tout en diminuant les déperditions thermiques à travers l'enveloppe (i.e. les murs) du bâtiment.

**Secteur de la technologie**

- [ 1] La présente invention se réfère au domaine des matériaux, plus particulièrement les matériaux à mémoire de forme destinés au domaine de l'efficacité énergétique. Son application est destinée principalement pour la récupération de l'énergie thermique perdue dans le bâtiment.
- [ 2] L'objet de cette invention concerne un nouveau matériau composite intelligent pour la récupération de l'énergie thermique perdue dans le bâtiment.

### Contexte l'invention

- [ 3] Les matériaux à mémoire de forme (MMFs) présentent des comportements inhabituels par rapport aux matériaux « classiques ». En effet, ils peuvent subir des déformations réversibles importantes (10%) suite à un chargement mécanique (pseudo-élasticité), et recouvrer leur forme initiale par simple élévation de température après avoir été déformés quasi-plastiquement (effet mémoire de forme).
- [ 4] En plus de ces deux comportements bien connus, les MMFs présentent d'autres particularités telles que l'effet super-thermique, l'effet double sens, l'effet caoutchoutique, etc. Il est bien établi que ces comportements sont dûs à une transformation de phase à l'état solide : la transformation martensitique.
- [ 5] Du fait de leurs caractéristiques particulières, les MMFs sont de plus en plus utilisés dans la technologie de pointe, allant du biomédical à l'aérospatial comme par exemple des fils guides utilisés en chirurgie, des agrafes en MMF pour les os fracturés, des stents en MMF pour supporter les artères au niveau du cœur, un appareil dentaire en MMF, un système de raccordement en MMF, un système en MMF pour la fixation d'entretoises, des lunettes pseudo-élastiques en MMF, et des chapeaux pseudo élastique pour le confort.
- [ 6] Notamment, le caractère dissipatif de la transformation de phase en fait de très bons candidats à des dispositifs d'amortissement (nucléaire) ou de contrôle de vibrations (automobile aéronautique). L'effet pseudo-élastique est quant à lui recherché pour d'une part, obtenir une grande déformation réversible et d'autre part une dissipation d'énergie mécanique due à une boucle d'hystérésis lors d'un cycle chargement-déchargement. Cette dissipation intrinsèque importante fait de ces matériaux des candidats idéaux pour la mise au point d'amortisseurs vibratoires efficaces.
- [ 7] Concernant les piézoélectriques, il s'agit de matériaux qui produisent un déplacement de charges électriques une fois attachés à une structure se déformant illustrant ainsi un effet piézoélectrique direct faisant d'eux des générateurs électriques. Ils peuvent ainsi exploiter le vent en utilisant les vibrations et s'adapter à différentes architectures si bien que plusieurs essais de seconde peau de façade ont déjà été menés.
- [ 8] Faisant la part des choses, deux inconvénients de l'utilisation des MMFs et des piézoélectriques séparément restent le fait que : les MMFs s'activent lentement car leur effet mémoire de forme simple sens est piloté par les ondes thermiques mais gardent leur capacité de subir de grandes déformations réversibles. Pour les

piézoélectriques, l'inconvénient est que les déformations générées sont très petites mais ils gardent l'avantage de pouvoir de s'activer rapidement.

- [ 9] Dans la présente invention, l'intention est d'assembler les deux matériaux sous forme d'un composite où on profite du potentiel des matériaux à mémoire de forme à développer d'importantes déformations réversibles et celui des piézoélectriques à s'activer rapidement, c'est-à-dire convertir l'énergie mécanique en électricité. En réalité, les travaux préalablement menés démontrent d'une part l'intérêt d'incorporer des fibres d'AMF dans des matrices minérales ou polymère et d'autre part l'intérêt d'assembler des AMF et des éléments piézoélectriques. L'originalité de la présente démarche est de réunir les AMF et les piézoélectriques dans une matrice minérale. Ainsi, d'explorer leurs propriétés physico-chimiques, thermiques, mécaniques et électriques dans le composite final.

### **Description de l'invention**

- [ 10] La présente invention propose un nouveau matériau intelligent permettant de récupérer de l'énergie par voie thermomécanique. Ledit matériau est un composite dont la matrice est en céramique assurant une bonne résistance mécanique et une bonne conductivité thermique englobant deux types de fibres :
- Fibres en matériaux à mémoire de forme.
  - Fibres en matériaux piézoélectriques.
- [ 11] Les déperditions thermiques (à travers la toiture, les murs, les ponts thermiques, les fuites, les conduites d'air renouvelé et les planchers bas) seront récupérées par voie thermomécanique (couplage entre les variations de température et celles de la contrainte mécanique) et ensuite l'énergie mécanique résultante est récupérée par voie électromécanique (couplage entre les variations des champs mécaniques et les variations de tension électrique).
- [ 12] La génération de l'électricité permet d'assurer l'alimentation, entre autres, des différents appareils électriques ou actionneurs d'usage (ventilation, électroménager, horloge, HVAC, volets, ...).

**Revendications**

- [ 1] **1.** Un nouveau matériau composite intelligent pour la récupération de l'énergie thermique perdue dans le bâtiment
- [ 2] **2.** Un nouveau matériau composite intelligent selon la revendication 1 caractérisé par la récupération d'énergie par voie thermomécanique
- [ 3] **3.** Un nouveau matériau composite intelligent selon les revendications 1 et 2 caractérisé par une matrice en céramique qui assure une bonne résistance mécanique et une bonne conductivité thermique
- [ 4] **4.** Un nouveau matériau composite intelligent selon la revendication 1 à 3 caractérisé par une matrice en céramique englobant deux types de fibres ; matériaux à mémoire de forme et matériaux piézoélectriques



**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*

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 41026	Date de dépôt : 26/10/2017 ;
Déposant : Université Internationale de RABAT	
Intitulé de l'invention : Nouveau matériau pour la récupération d'énergie dans les bâtiments	
<b>Classement de l'objet de la demande :</b> CIB : C 04B 28/00, C 04B 20/00	
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 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: Abdelfettah EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 02/09/2019
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  
1
- 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 (Couvrent 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)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet



**Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité****Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

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

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : US2008050612 A1

D2 : XP029599885

### 1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans la revendication 1. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 est nouveau 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, considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un matériau composite qui peut comprendre une matrice en céramique et des fibres des matériaux à mémoire de forme et des fibres des matériaux piézoélectriques.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que le matériau est constitué d'une matrice minérale qui incorpore des fibres basées sur des matériaux piézoélectriques sans plomb imbriqués dans des alliages à base des matériaux à mémoire de forme.

Le problème à résoudre par la présente demande est considéré comme la fourniture d'un matériau composite alternatif à celui de D1.

La solution proposée par la présente demande est considérée comme inventive étant donné que l'homme de métier ne trouve aucune incitation des documents D1 ou D2 seuls ou combinés, lui permettant d'introduire la caractéristique distinctive (qui réside dans le fait que le matériau est constitué d'une matrice minérale qui incorpore des fibres basées sur des matériaux piézoélectriques sans plomb imbriqués dans des alliages à base des matériaux à mémoire de forme), dans le matériau de D1 pour arriver au matériau de la présente demande sans faire preuve d'esprit inventif.

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.

### **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.